#61

ISSN 0582—415X

西水研研報
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.
(61), 1984

LIBRARY
DEC 27 1984
National Marine Fisheries Service
2570 Dole Street
Honolulu, Hawaii

BULLETIN
OF THE
SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

No. 61
August 1984

西海区水産研究所研究報告

第 61 号

東シナ海・黄海における底魚類の食物関係に基づく群集生態学的研究
……三尾眞一・田川勝
篠原富美子・山田梅芳 1

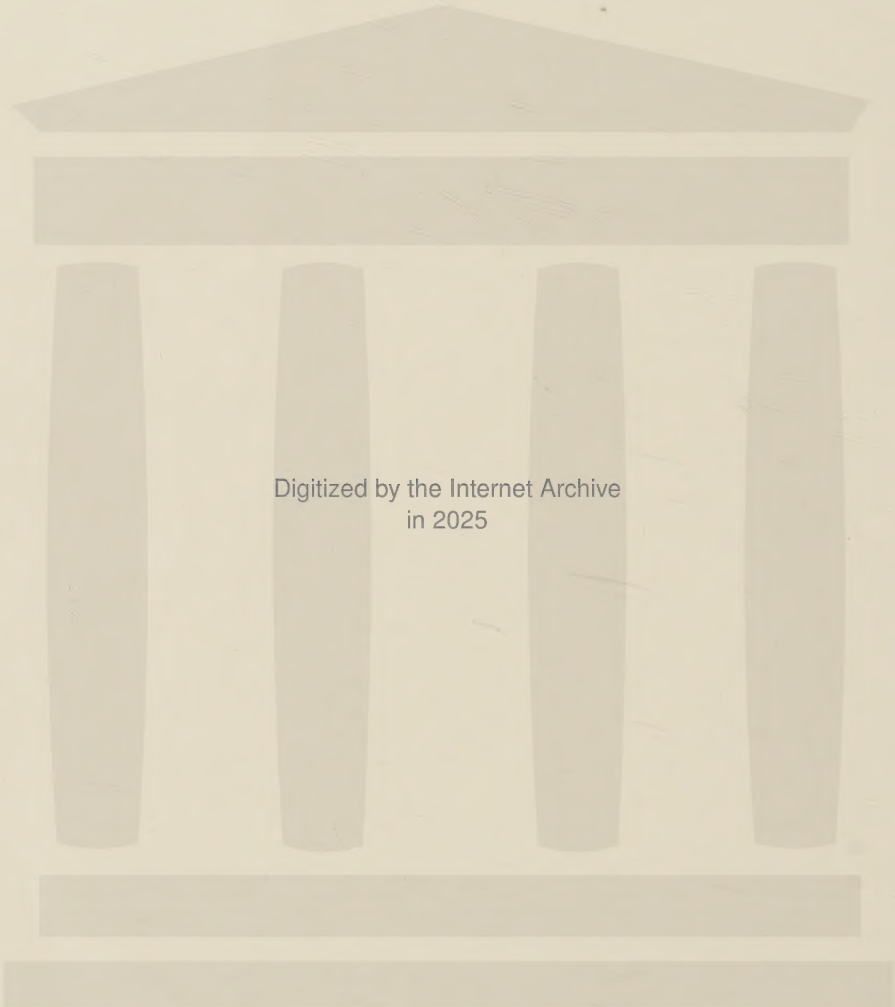
東シナ海におけるクロロフィル分布-Ⅱ.
LANDSAT 3で観測した1982年5月の水平分布特性
……小笹悦二 223

油谷湾における底生魚類相の時空間的変動……大森迪夫 235

油谷湾におけるマダイ稚幼魚と他魚種との間の食物及び生息場をめぐる関係
……大森迪夫 245

西海区水産研究所
長崎市国分町 49

昭和 59 年 8 月



Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/bulletin-seikai-national-fisheries-research-institute_1984-08_61

西水研研報 第61号，昭和59年8月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 61. Aug., 1984

東シナ海・黄海における底魚類の食物関係に基づく群集生態学的研究

三尾眞一*・田川　勝*・篠原富美子*・山田梅芳*

Ecological Study on the Demersal Fish Associations in the East China Sea and the Yellow Sea, with Reference to Food Relationships

Shin-ichi MIO*, Masaru TAGAWA*, Fumiko SHINOHARA*
and Umeyoshi YAMADA*

For the demersal fishes in the East China Sea and the Yellow Sea, interspecific relationships were studied with reference to food relations to clarify the structure of community. Research cruises were made for sampling in February-March, 1972 (wintering season of the demersal fish), August, 1972 (feeding season) and November, 1973 and 1974 (pre-wintering season).

Based on the species composition, demersal fishes were classified into 4 associations: Yellow Sea association, northern East China Sea association, southern East China sea association and eastern East China Sea association.

Morphological examination was made to obtain the background information on feeding activity and ability of demersal fishes. Feeding process was considered in successive 4 processes of searching, approaching, capturing and digesting. The organs that might play important role in each process were compared among fish species. Then these fish species were categorized into 5 behavioral types based on this comparative study. In consideration of those types of fish, species composition was examined in order to provide the characteristics of each association.

Fishes were classified into 7 feeding groups based on food composition revealed by examination of stomach contents. Distributional patterns of the fishes within respective feeding groups indicate that most of those fishes inhabit their common area and probably have high competitive interspecific relation. The structure of fish associations was schematized considering the feeding rank order of fish species

昭和59年5月8日受理 (Received May 8, 1984)
西海区水産研究所業績 第415号 (Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 415)
* 西海区水産研究所 〒850 長崎市国分町49
(Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Kokubu-cho, Nagasaki 850, Japan)

and habitats of food organisms.

Variations of the food-consumer relationships were examined in relation to changes in the consumers biomass. Total amount of food consumed by the demersal fish was considered to decrease down to approximately 30% in the year of low level of demersal fish stocks compared with the year of high level. This decrease caused a relaxation on the small size prey fish and consequently their increase in number. As a result the consumption by the small size fish increased causing diminution of minute food organisms and even change of their species composition.

Year-to-year catch trend was compared between commercial fishes taking into account of interspecific interactions, and evidence that changes of stock density affected interspecific interactions was not given from the examination of catch trend.

目　　次

Ⅰ 序　　章…… 4
1 はじめに…… 4
2 資料と採集法…… 4
3 群集区分とその動物相…… 6
1) 群集の区分
2) 群集別動物相

Ⅱ 捕食器官の形態による群集構造の解析……14
1 捕食器官の諸形態による魚種区分……14
1) 探索器官の形態
2) 接近器官の形態
3) 捕獲器官の形態
4) 消化器官の形態
2 魚種区分による群集構造の解析……42
1) 魚種区分の相互関係
2) 魚種区分による群集別魚種組成の比較

Ⅲ 捕食生態による群集構造の解析……47
1 採集時の餌生物と捕食者との関係……47
1) 餌生物としてのプランクトン類の分布
2) 捕食の日周期変化
3) 測定尾数と胃内容物中の餌生物の種類数との関係
4) 餌生物に対する捕食の選択性

2 胃内餌生物組成による種間関係の解析……62
1) 胃内容物組成の検討
2) 餌生物の分類項目
3) 胃内餌生物組成による捕食群の区分
4) 形態的特性による捕食群の魚種組成の比較
5) 同一捕食群に属する魚種の分布
3 捕食の順位による種間関係……86
1) 胃内容物の重量組成
2) 捕食の順位の決定
3) 順位と対象餌生物の垂直分布による種間関係

Ⅳ 漁獲による群集構造の変化……95
1 資源量変動に伴う餌生物の量と組成の変化……95
1) 漁獲対象魚種の資源量の推定
2) 体重と捕食量との関係
3) 体重当り捕食量の推定
4) 魚種資源の餌生物別捕食量
5) 餌生物の量と組成の変化
2 魚種別漁獲量の経年変化と種間関係…… 117
1) 競争魚種間の種間関係
2) 捕食者と被捕食者との種間関係
3) 関係のない魚種間の相対関係

Ⅴ 結　　語…… 128

Ⅵ 要　　約…… 130
文　　献…… 138
付　　表…… 142

I 序 章

1 はじめに

主に海底附近に生息し，生活の基盤の大部分を海底に依存している魚類の集団を，一般的に総称して底魚類と呼んでいる．これらの底魚類は極めて色々な形態を備え，多様な生態を持ち，多くの種が同一の海域に混在している．すなわち，それらの種間には複雑な相互関係が結ばれ，相互に影響し合いながら比較的安定な体系を形成していると考えられる．それらの相互関係において作用する諸要因の中で最も主要なものとして食物関係があげられよう．特に，東シナ海・黄海のように比較的均一な環境中にあっては，食物関係の占める役割はさらに大きいと考えられる．

東シナ海・黄海の底魚類の研究は，種個体群の研究を中心に進められてきたが，群集としての視点からの解析も絶えず試みられて来た．すなわち，研究の初期に木部崎[31]によって行なわれた資源構造の研究に始まって，空間占拠関係に基づいて種間関係を解明した最首[83]による研究から，最近では中嶋ら[52]による漁場区分の研究などがある．また，これらの研究が行なわれるとともに，各魚種の食性調査が持続的に行なわれてきた．

近年，電算機の著しい発達に伴って，膨大な資料の一括処理が可能となり，生態系模型による生物群集の研究が手掛けられるようになってきている．このような群集の研究は群集に対する知識を得るのみでなく，その群集の構成員である種個体群に対する理解を深めることにもつながっており，重要な研究分野の一つとなってきている．しかしながら，現在の生態系模型による研究は，種個体群およびそれに関連する要因の単なる総和に留まっている場合が多い．

この研究は，底魚類の食物関係に基づいて群集を形作っている各魚種の群集内での地位を決定し，それらの各構成員間の捕食に関する相互関係とその機能をも併せて明らかにし，東シナ海・黄海の底魚群集の研究の基盤を確立することを目的とする．その解析のための方法として，先ず捕食に関連する諸器官の形態に基づいて各魚種の捕食能力を明らかにし，群集構造の基本的特性を明確にする．次いで捕食をめぐる種間の相互関係を捕食，競争および無関係の3つの関係に大別し，各魚種の生態的地位を決定する．さらに，群集に加わる最も大きな外圧である漁獲の与える影響による群集の変化状況を調査し，群集構造の変化機構を明らかにする．

この研究を着手するにあたり，その端緒を与えられ，終始御鞭撻をいただいた西海区水産研究所元底魚資源部長伊東祐方博士，研究の推進に際して絶えず御援助をいただき，懇切なる御校閲を頂いた資源部長真子渺博士，論文のとりまとめに際して多くの有益な御助言を頂いた資源部浮魚資源第1研究室長竹下貢二博士に深く感謝する．また，論文のとりまとめにあたって，適切な御批判および御助言をくださり，御校閲を頂いた九州大学教授塚原博博士に心から感謝する．さらに，この研究のための4回に亘る調査に御協力を頂いた長崎県立水産高等学校練習船長水丸の乗組員の各位に感謝する．

2 資料と採集法

底魚群集を構成する各魚種の捕食様式に基づいて，各魚種間の相互関係を調査するためには，同一海域に生息する底魚類を可能な限り完全に採集するとともに，それらの各魚種が対象としている餌生物類をも同時に採集することが必要であり，その方針にしたがって資料の採集を実施した．

本研究に用いた生物資料は，長崎県立水産高等学校の練習船長水丸（423トン，1,050馬力）を4回にわたって用船し，諸種の採集器具を用いて底魚類および環境生物を採集し，同時に測温および採水をも実施した．調査時期としては初春期（越冬期，1972年2・3月），夏期（索餌期，1972年8月）および秋期（越冬前期，1973・1974年11月）を設定した．各回の調査点は調査対象海域全域にわたるように計画されたが，第2次調査（1972年8月）では悪天候のために船体が損傷し，黄海域の調査の一部が欠測となった．また，第4次調査は前3回の調査の補充および年間差の検討のための資料収集を目的として実施したため，調査定点は全域に及んでいない．各調査次において当業船によって最も多く利用されている海域に指定調査域を設け，時刻別の資料の採集を実施した．各調査の定点は Fig. 1-1に示した．

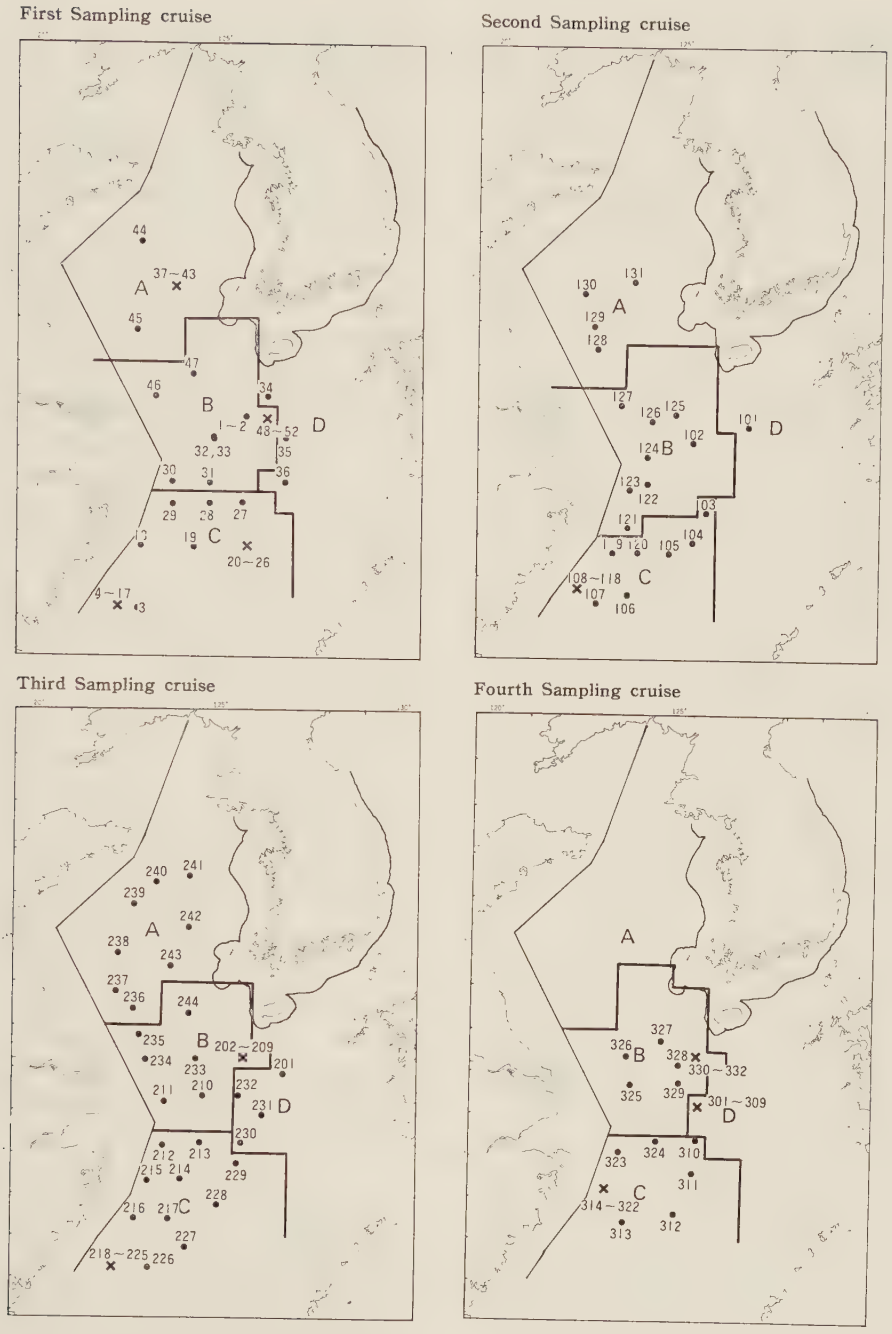


Fig. 1-1. 各採集調査時の調査点および群集区分　×：時刻別採集調査海域
Sampling stations and the water regions corresponding to 4 associations (A～D) for each sampling cruise. ×：Time serial sampling site.

底魚類の採集

底魚類の採集はトロール網によって行なった．用いたトロール網は長水丸が通常の操業に用いている網（6枚仕立て，ヘッド・ロープ長42.3m，袋網目合62㎜）にカバーネットを2重に装着したものである．カバーネットは，トロール網では捕獲されないような小型の魚類・甲殻類および頭足類などを採集する目的で取り付けた．内側のカバーネットは，目合22㎜（16節）の網を袋網全体を覆うように取り付けられ，さらに4.3㎜（117節）のモジ網製のネットをその外側の裾の部分に装着した．それぞれの漁獲物は別個に処理し，各々から標本を採集した．えい網速度は約3ノットであった．えい網時間は，採集資料の均一性の保持と資料数の確保という相反する2つの要求を考慮して定めた．すなわち，底魚類の多くは小群を作って生活しており，その小群が不均等に分布しているため，その分布の状態を変えることなく採集するためには，できるだけ短かいえい網時間で回数を多く採集することが望ましい．一方，充分な資料数を確保するという観点からは，えい網時間は長い程目的に合致する．食性調査においては，胃の中に未消化の餌を持っている個体を必要とするが，このような個体の割合は余り高くないのが普通である．したがって，このような捕食個体の低い割合を考慮して，充分な採集資料数を確保することが必要であり，この点からはえい網時間は長いほど好ましい．以上の相反する2つの要求を考慮し，えい網時間を1時間と定めた．多くの底魚類は，揚網に際し海底から急速に引き上げられると，鰾の膨張によって胃を口から反転させる．これを防止するため揚網は可能な限り微速で行なった．また，海底上10〜20m付近で捕食していると考えられる魚種を採集するために，普通の底びきの他に，同じ漁具による離底びき操業を実施したが，ほとんど漁獲を得ることができなかったので，第3次調査以降は中止した．

漁獲された底魚類は，揚網後直ちに種別に選別・計数後，必要な標本を採集し，船上でホルマリンで固定した．内・外のカバーネットによる採集物は，量の少ない場合は全量，量の多い場合にはその一部を抽出し，同様にホルマリンで固定した．固定標本は，実験室に持ち帰った後，魚体測定および胃の採取を行なった．両カバーネットによる採集物は，それぞれ種別に選別・計数後保存し，必要に応じて魚体測定および胃の採取を行なった．

プランクトン類の採集

プランクトン類の採集は，B型稚魚ネット（表層びき），中型稚魚ネット（中層びき）およびNORPAC型プランクトンネットによる垂直びきの3つの方法[99]によって実施した．中型稚魚ネットのえい網は，トロール網用のワープを用いて，海底上10〜20m層を対象として行なった．えい網時間は表層びきと同じく10分間である．垂直びきプランクトンネットは，海底から水面まで毎秒1.5mの速度でひき上げた．調査点は前記トロール調査点と同じである．

この他ドレッヂによる底生動物の採集も実施したが，ほとんど採集物が得られず，上記の練習船にドレッヂ採集に用いうる特別な設備がなく，トロール網用のワープを用いたため，採集用具の準備に多くの時間を要し，トロール操業に支障を生じたために第2次調査以降は中止した．なお，プランクトンの垂直分布およびその時刻変化の調査のために1982，1983年に調査船陽光丸によって中層型稚魚ネットによる連続採集を2回づゝ実施した．

漁獲統計

東シナ海・黄海の全域の底魚類の資源動向の検討には，底びき網漁船から提出された漁獲成績報告書を集計した水産庁漁獲統計表を用いて行なった．これらの数値は，網目の選択性・漁獲物の商品化に伴う人為的選別など，資源動向の推定のための資料としては多くの問題点を含んではいるが，海洋中の底魚類の実態をほゞ代表しているものと考えて諸考察に用いた．また，前記漁獲統計においては，近縁種がまとめて報告されているので，それらを分離するために，漁業会社に保存されている水揚げ台帳をもとに，上記漁獲統計によって引き延ばされた統計資料（1975年，1980年）を用いた．

3 群集区分とその動物相

1） 群集の区分

東シナ海・黄海は，中国大陸・朝鮮半島・九州および沖縄舟状海盆に囲まれて，ほゞ閉鎖的な海域となっており，ここに生息する底魚類は，渤海を除く他の海域とはほとんど交流がないと考えてよいであろう．したがって，この海域の底魚類は大きくみて1つの群集とみることも可能である．タチウオ・シログチなどの

ように，この海域のほゞ全域に生息する魚種も多く認められる．しかし，一方では，ある特定の海域にのみ分布している魚種も多く，その分布範囲も魚種によって様々である．特に小型魚類・甲殻類には，このような局限的な分布を示すものが多い．以西底びき網漁業による漁獲物の魚種組成を海域別に概観すると，少なくとも黄海と東シナ海南部海域の魚種組成は大きく異なり，これらを同一の群集として一括して調査することには極めて無理がある．これらのことから，東シナ海・黄海の底魚類は幾つかの群集に分割して考察することが妥当であると考えられる．

群集の概念については多くの定義が提出されているが，動物群集に関しては「ある地域に生息する動物種の集団」と規定するのが最も一般的であろう．すなわち，動物群集は各地域においてほゞ安定した種の集まりであり，その種構成には大きな変化はないと考えられている．したがって，多くの研究において群集の識別が，種組成に基づいて行なわれている．東シナ海・黄海の底魚群集について，中嶋ら[52]は，1967年と1968年の2カ年間の上記水産庁漁獲統計表における農林漁区別・魚種別1ひき網平均漁獲量について求めた各魚種の順位相関系列を用いて，この海域を7つの漁場に区分している．

順位相関系列による方法は，種組成を単純化しその変化点を見出すことによって区分を行なっており，区分された群集の安定度についての検討は行ない得ない．先に述べた群集の定義から考えると，種組成の安定度によって群集の安定度を推測し得ると考えられる．したがって，種組成の類似している地域を調べ，その地域を中心とする同様な種組成の範囲を検討する方法がより好ましいと考えられる．そこで種組成の類似度を示す指数として Kimoto[33] の類似度指数 $C\pi^*$ を用いて各海域の種組成を比較検討した．

各海域の底魚類の種組成を表わす資料として，月別農林漁区別魚種別漁獲統計を用い，前記の採集調査を実施した時点における，各漁区間の魚種組成の類似度を比較した．全漁区間の比較結果をみると，高い類似度を示す漁区は全海域内に散在しているが，その中に相互に類似度の非常に高い漁区が隣接して地域内に集中し，魚種組成が極めて類似した漁区の塊が，東シナ海・黄海全域に数個認められる．これらの漁区群を中心として，各漁区の種類組成の近縁関係を地域的に検討した．

先ず黄海域では，1973年11月の各漁区間の組成の比較結果をみると，120区を中心にした海域では極めて高い類似度（$C\pi=0.97$以上）があらわれる．中嶋らのA，B区の境界は，東経124度に引かれており，この最も類似度の高い海域の中心を通ることになる．同じく本調査時期に当る1972年2月および1974年11月の黄海中央域の各漁区を比較したが，同様に中嶋らの境界を越えて高い類似度を示す漁区が認められた．

類似度の比較的高い海域（158区，0.80以上）が，山東半島の南部の中国沿岸域にもみられ，周辺の他の海域との類似度が極めて低く，この海域を1つの独立した群集とみなすこともできる．しかし，東シナ海においても同様に中国沿岸寄りの海域は沖合の漁区と異なる組成を示しており，中嶋らは独立の漁場区分としている．これらの海域に生息する底魚類は，いずれも中国沿岸域に分布する群集の周辺部に当り，その群集の主要部分は我々の調査可能範囲の外にある．したがって，この群集を本研究の調査対象として取り上げるのは適当でないと考えられる．以上の結果から，本研究における群集としては，中嶋らのA，B区は区別せず，黄海域に生息する底魚群全体を1つの群集として取り扱うことが妥当であると考えられる．

次に東シナ海域について検討する．高い類似度が集中している漁区群のうち漁区数が5漁区以上のものをみると3つの漁区群が認められる．これらの漁区群はいずれの季節にもほゞ同じ位置にある．特に，北緯30度以南の漁区群は，類似度指数0.90以上の漁区が6～8漁区集中し，極めて均一な種組成を示している．次に高い類似度が認められるのは済州島南西部の海域で，5漁区が0.75～0.80以上の類似度を示す．東経125度以西，北緯30度以北の東シナ海域北部の中央域にも前2者より若干類似度が低いが周りに比較すると明らかに類似度の高い漁区群が認められる．すなわち，これらの3つの漁区群を中心に東シナ海の群集が形成されていると考えることができよう．さらに，本調査では資料数が少なく明確に検討のできなかった水深200m以深の海域を中嶋らは独立した漁場区分としている．この海域は他の海域と非常に異なり，海底の地形が急激に変化する大陸棚斜面にあたり，魚類の分

$$* C\pi=\frac{2\sum n_2\cdot n_1}{(\sum\pi_1^2+\sum\pi_2^2)N_1\cdot N_2},\quad \sum\pi_1^2=\frac{\sum n_1^2}{N_1^2}$$

布は水深によって規制される面が大きい．したがって，その種組成も複雑で，漁区間の変動も大きい．それに対して，その海域に関する資料は非常に少なく，その区分の中心部と推測されるより深い海域の資料はさらに少ないため，他の海域と同様に研究を行なうことは非常に困難であり，200m 以深に生息する底魚類は，中国沿岸域の魚類と同様に独立した群集としては取り上げないことにした．

黄海域を1つの群集と考え，中国沿岸寄りの海域を対象から外すと，沖合域は4つの群集に分けられることになる．中嶋らは区分の決定に関して，「大観して以西漁場をほゞ黄海域・東シナ海北部域・九州近海域および東シナ海南部域の4海域に分けることができる．」と述べており，類似度指数に基づく検討結果と概括的には一致するものと考えられる．

本調査において採集された小型魚類および甲殻類の分布を調べ，これらの分布を重ね合せてみると，各種類の分布の重なりの状態から黄海域，東シナ海北部域および東シナ海南部域にまとめられる．さらに，これらとは別に東シナ海の北部域と南部域の両海域に分布する種類の一部と，若干の独自種とが混合した組成を示す東部域との4群に分けることができる．以上の事実から，この研究においてはその調査対象範囲を東シナ海・黄海の沖合域に限定し，群集として黄海群（A群集），東シナ海北部群（B群集），東シナ海南部群（C群集）および東シナ海東部群（D群集）の4群に区分して考察を進めることにする．

群集間の種組成の比較

各群集の均一性を調べるために，各資料の採集時点における各群集の中心部に当る漁区の魚種組成の比較を行なった．すなわち，1972年2月・8月，1973年11月および1974年11月の漁区別魚種別漁獲統計を用い，前述した4つの群集のそれぞれの分布域の中心部に相当する海域から12漁区を抽出し，各漁区間の種組成を比較した．たゞし，ひき網数が50回以下の漁区は除いた．比較は $C\pi$ および判別関数を用いて行なった．判別関数の計算は，農林水産研究計算センターの多変量解析パッケージ・プログラムを用いて行なった．

類似度指数 $C\pi$ の値について検討すると，抽出された各群集の中心漁区のうち，群集内の他の漁区に対して類似度が低い漁区は，A，B，CおよびD群集でそれぞれ13%，30%，6%，33%であった．これらのうち他の漁区と類似度がかけ離れて低い漁区を除いた残りの類似度の比較的高い漁区のうち，その $C\pi$ の値が0.9以上の組合せの割合は，それぞれ93%，50%，74%，57%で，0.7～0.5の組合せは全群集合計で13%であり，0.5以下の値を示すものは，なかった（Table 1-1）．

次に，各中心漁区の平均組成を求めて，隣接する群集間で比較した．A C 群集間では互に共通な魚種が少なく，漁獲統計に取り上げられている20種類のうち7魚種に過ぎず，その種組成の差は極めて大きい．平均組成間の比較では，C-D 群集間以外は $C\pi$ の値は低く0.3を超えない．C-D 群集間では高い値を示す

Table 1-1. 漁獲物の種類組成の比較による各群の中心漁区間の類似度指数（$C\pi$）
Degree of similarity ($C\pi$) on species composition between associations, based on the sampling in major fishing areas.

Association A

Statistical area No.	130	140	150	321	322	331	332	341	342	Statistical area No.
	0.997	0.987	0.945	0.977	0.984	0.987	0.985	0.976	0.973	mean
		0.986	0.939	0.994	0.979	0.983	0.979	0.971	0.965	130
			0.983	0.996	0.947	0.999	0.998	0.997	0.949	140
Association B				0.977	0.882	0.985	0.986	0.994	0.902	150
287	0.953				0.970	0.906	0.995	0.989	0.963	321
288	0.961	0.954				0.948	0.946	0.927	0.960	322
296	0.971	0.927	0.899				0.999	0.998	0.949	331
mean	0.987	0.962	0.989	0.947				0.998	0.947	332
Statistical area No.	286	287	288	296					0.936	341

Table 1-1. (continued)

Association C

Statistical area No.	503	504	513	514	522	523	524	Statistical area No.
	0.953	0.911	0.926	0.969	0.817	0.903	0.923	mean
Association D		0.914	0.861	0.949	0.826	0.871	0.884	503
254	0.975		0.726	0.889	0.674	0.718	0.815	504
255	0.929	0.971		0.902	0.811	0.966	0.883	513
257	0.756	0.770	0.788		0.855	0.912	0.972	514
258	0.933	0.938	0.927	0.924		0.895	0.907	522
259	0.945	0.942	0.938	0.875	0.992		0.911	523
mean	0.967	0.972	0.966	0.864	0.984	0.991		

Statistical area No.	248	254	255	257	258	259

Association A : B

Statistical area No.	130	140	150	321	322	331	332	341	342
286	0.096	0.075	0.051	0.084	0.115	0.074	0.071	0.065	0.086
287	0.249	0.252	0.245	0.253	0.247	0.253	0.252	0.250	0.247
288	0.161	0.153	0.139	0.158	0.170	0.159	0.153	0.148	0.166
296	0.083	0.058	0.030	0.066	0.094	0.050	0.050	0.045	0.069

Association B : C

Statistical area No.	503	504	513	514	522	523	524
286	0.099	0.067	0.123	0.113	0.267	0.156	0.144
287	0.137	0.159	0.116	0.165	0.250	0.131	0.175
288	0.164	0.149	0.172	0.192	0.339	0.195	0.229
296	0.038	0.018	0.064	0.041	0.159	0.089	0.045

Association B : D

Statistical area No.	248	254	255	257	258	259
286	0.055	0.090	0.095	0.107	0.091	0.090
287	0.250	0.266	0.248	0.208	0.248	0.246
288	0.158	0.199	0.208	0.215	0.211	0.202
296	0.028	0.035	0.024	0.052	0.039	0.043

Association C : D

Statical area No.	503	504	513	514	522	523	524
248	0.514	0.648	0.413	0.608	0.488	0.434	0.589
254	0.567	0.694	0.463	0.668	0.581	0.498	0.677
255	0.682	0.805	0.551	0.774	0.660	0.584	0.781
257	0.626	0.647	0.773	0.790	0.661	0.725	0.805
258	0.609	0.683	0.601	0.751	0.629	0.602	0.753
259	0.620	0.700	0.585	0.756	0.630	0.603	0.753

が，各群集内の各漁区組成と平均組成との類似度はさらに高く，両群集の平均組成間の値を下廻ることはない．

さらに，判別関数を用いて隣接群集の中心漁区間の比較を行なった．各群集の差は明確であり，中心漁区の所属を誤判別する確率は最大でも5％であり，ほとんどの組合せで0であった．中心漁区間において類似度指数 $C\pi$ の値の低かった漁区も，重心からの距離はそれ程大きくなく，誤判別の確率も非常に低い．

以上の結果から，これら4群集はその中心域では明確な均一性を有し，周囲の他の群集と異なった魚種組成を示すことが明らかであり，東シナ海・黄海をこれらの4群集に区分することが妥当であると判断される．これら4群集の関係をみると，AおよびC群集は最も均一性が高く，D群集はC群集によく似た組成をもつと同時に，B群集とも共通する多くの魚種を含んでいる．このことはD群集がB・C群集の混合域でもあると考えられることと符合している．

群集の境界の決定

東シナ海・黄海の底魚類が4つの群集に大別され，それぞれ特徴的な種組成を示すことが明らかになった．そこでこれらの群集について，それぞれの構造を解析するためには，各々の群集の範囲を示す境界を定めなければならない．自然の群集においては，これらの境界が明瞭に存在することは極めて稀なことであり，その決定は非常に難かしい．しかし，以後の考察を進めるためには，何らかの方法で境界を決めて群集を明確に分ける必要がある．

各隣接群集の中間部に位置する漁区の漁獲物組成と，先に用いた各群集の中心部の組成との比較を，各資料採集時の漁獲統計に基づいて行なった．先ず，判別関数の結果を見ると，中間の漁区は各々の中心と非常に相違しており，どちらかの群に属すると判定されたものは13％で，残りの漁区はいずれの群にも属さないと判定される．そこで $C\pi$ を用いて比較を試みた．先に求めた各群集の中心部平均組成を，それぞれの群集を代表する魚種組成とした．各隣接する群集の中間の漁区とその両群集の平均魚種組成とを比較し，各中間漁区の両平均値に対する $C\pi$ の値を求め，より大きな値を示した平均組成を持つ群集に属すると判定した．その結果をみると，その所属が明瞭な漁区はB-C群集間が最も高く93％であり，次でA-B群集間，B-D群集間が84％，81％を示し，D-C群集間は若干下がって67％であった．両平均組成に対する $C\pi$ に差は認められるが，両方ともにその値が0.5以下の漁区は5.3％，両者の差が0.1を超えずいずれに所属するか明確に判断されなかったもののうち，両者共に0.5以上の値を示したものが7.8％，0.5以下のものが4.4％であった．つまり，所属が明確に判定しにくい漁区が36漁区あった．このように漁獲物の魚種組成の比較を，ある指数を用いて判断すると，判断が困難な場合が必らず出現する（Table 1-2）．

この困難さの原因としては，群集の境界を一本の線によって区分することの不合理性といった本質的な問題も当然考えられるが，ここで用いた資料が漁獲統計資料であるため，その海域に存在する全魚類を数少ない主要魚種によって代表させており，さらにそれらの主要魚種の中には単一種と数種の近縁種をまとめた分類項目が混在しており，このような検討のための資料としては多くの不都合な点を含んでいることがあげられよう．したがって，比較の方法や指数を変えて検討しても，より有意な結果が得られるとは考えられない．そこで，これらの各群集の中心の平均魚種組成との比較で明確な差の得られなかった漁区は，数値が僅かでも大きい方の群に属すると判定して境界線を定めFig. 1-1 に示した．

得られた各漁区の所属を地図上に乗せて検討すると，中間の漁区はそれぞれ所属すると判定された各群集の中心漁区の周囲に集まり，他の群集の中心部において，ある漁区だけが異なった群集に所属して，その結果色々な群集の漁区が混在するような例は認められなかった．したがって，この方法によって群集の区分を行なっても，大きな誤りはないと考えられる．

2） 群集別動物相

トロール網によって漁獲された動物群

調査点を4つの群集に分け，各群集から採集された資料を集計し，これらの採集物に基づいて各群集の動物相をみると，先に示された4つの群集は，東シナ海群と黄海群とに大別されることがわかる．タチウオ・キグチのように東シナ海・黄海両水域に分布しているものもあるが，その数は極めて少ない．黄海群はA群集に相当し，他の群集には，全くまたはほとんど認められない寒海性の種を多く含んでいる．東シナ海の特

Table 1-2. 漁獲物の種類組成の比較による各群集の中心漁区と各周辺漁区との間の類似度指数（Cπ）
Degree of similarity (Cπ) and value of **d** on the species composition between the major fishing areas and the neighbouring areas for each association. Value of **d** is of distance in discriminant function. Third sampling cruise (November 1973)

A and B

Statistical area number	Cπ		d
	A	B	
108	0.994	0.048	40.3
109	0.998	0.061	38.3
110	0.997	0.073	26.6
118	0.994	0.046	28.9
119	0.996	0.108	27.7
120	0.997	0.073	32.1
130	0.991	0.115	51.8
296	0.09	0.804	−38.1
297	0.173	0.925	−41.3
298・308	0.107	0.819	−41.5
306	0.113	0.681	−42.3
318	0.039	0.854	−31.3
327	0.129	0.706	−17.4
328	0.041	0.842	−33.6
294	0.169	0.610	449.7
295	0.121	0.605	1199.1
301	0.960	0.222	93.7
302	0.818	0.367	49.9
303	0.191	0.565	495.2
304	0.152	0.560	936.1
305	0.125	0.610	651.4
311	0.993	0.128	99.5
312	0.863	0.303	818.8
313	0.280	0.581	1537.2
314	0.173	0.603	1417.6
322	0.831	0.322	211.3
323	0.282	0.697	97.2
324	0.320	0.708	307.4
332	0.943	0.106	− 27.2
333	0.632	0.368	− 987.4
334	0.608	0.415	− 190.0
342	0.527	0.432	340.2
343	0.575	0.308	− 156.3
351	0.322	0.323	− 142.8
352	0.279	0.351	−2204.3
361	0.499	0.215	− 97.7
			− 36.0
A : B*	0.078		35.2

B and C

Statistical area number	Cπ		d
	B	C	
296	0.834	0.119	22.5
297	0.906	0.171	22.1
298・308	0.893	0.182	30.1
306	0 791	0.115	21.7
318	0.929	0.142	17.4
327	0.772	0.198	4.59
328	0.950	0.251	23.1
492	0.295	0.987	−24.1
502	0.215	0.989	−16.0
503・504	0.128	0.923	− 9.7
512	0.235	0.981	−21.2
513	0.129	0.987	−26.8
514	0.142	0.981	−21.2
522	0.302	0.994	−23.0
523	0.141	0.989	−21.2
524	0.140	0.973	−18.3
299	0.865	0.308	144.5
300	0.709	0.606	509.8
309	0.845	0.527	52.6
310	0.746	0.673	206.6
319	0.954	0.357	−35.7
320	0.791	0.693	−33.8
329	0.989	0.284	−14.9
330	0.797	0.670	− 2.24
491	0.467	0.756	1.34
501	0.544	0.880	18.2
511	0.657	0.834	80.3
521	0.593	0.855	−31.8
531	0.704	0.750	− 8.4
			−20.3
B : C*	0.227		21.3

* Calculation of Cπ and **d** between associations are shown as a reference standard.

Table 1-2 (continued)

B and D

Statistical area number	Cπ		d
	B	D	
296	0.834	0.351	349
297	0.907	0.660	340
298・308	0.888	0.578	336
306	0.791	0.281	297
318	0.929	0.394	413
327	0.772	0.584	340
328	0.949	0.606	343
258	0.522	0.850	− 368
259	0.644	0.968	− 316
266・267	0.458	0.849	− 347
268	0 630	0.909	− 345
269	0.604	0.986	− 361
254	0.189	0.470	− 348
255	0.144	0.422	− 333
256・257	0.146	0.604	− 355
275	0.323	0.859	544
276	0.521	0.634	210
277	0.423	0.508	−2206
278	0.460	0.611	− 776
279	0.476	0.894	1101
285	0.806	0.680	436
286	0.883	0.697	260
287	0.587	0.631	− 431
289	0.639	0.930	540
290	0.551	0.934	925
			350
B : D*	0.586		347

C and D

Statistical area number	Cπ		d
	C	D	
492	0.988	0.603	2886
50	0.988	0.495	2819
503・504	0.919	0.406	2995
512	0.978	0.408	2865
513	0.987	0.407	2944
514	0.980	0.444	2831
522	0.994	0.531	2773
523	0.987	0.479	2685
524	0.972	0.432	2724
258	0.314	0.846	−2860
259	0.434	0.968	−2821
266・267	0.283	0.848	−2811
268	0.315	0.907	−2845
269	0.484	0.985	−2851
254	0.690	0.471	−2833
255	0.609	0.429	−2799
256・257	0.439	0.603	−2880
270	0.636	0.958	− 9065
280	0.642	0.935	518
290	0.543	0.932	− 2627
452	0.248	0.099	614
462	0.769	0.775	1705
463	0.226	0.079	− 1441
471	0.825	0.865	− 4695
472	0.815	0.787	1267
481	0.849	0.829	− 10122
482	0.887	0.757	− 239
			− 2824
C : D*	0.504		2827

徴を最も良く示しているのがC群集である．この群集は最も多くの種類を含んでいる．B群集は東シナ海群に属しているが，若干の種をA群集と分け合っている．さらにD群集は2・3の特徴的な種を含んでいるが，B・C群集の混合群的な性格を持っていると考えられる．次に群集別にその特性について述べる．本研究で用いる学名および和名は，全て魚類学会編の日本産魚名大辞典[54]によった．

A群集：種類数は4群集中最も少ない．底びき漁業の漁獲対象となっている魚種についてみると量的にはキグチ・タチウオが上位を占めているが，分布がこの海域にほゞ限定されているものとしては，マダラ・キアンコウ，ソウハチ，ヤナギムシガレイ，クサウオ，コウライガジ，ババガレイ，カンダリ類，カナガシラなどがあり，この群集を特徴づけている．頭足類では，ジンドウイカがこの海域で最も多く採集されている．

カバーネットによって採集された小型の動物類をみると，魚類ではカタクチイワシが最も多く，次でコニベ，テンジクダイ，アブオコゼの採集量が多い．甲殻類ではエビジャコが圧倒的に多く，季節によってはアカスジエビ，サルエビなども採集されるが，その量は少ない．

B群集：特にB群集を代表するような魚種はなく，A・C両群の混合群とも考えられ，A・C両群の構成種が季節によって増減している．量的に多いのは，漁

獲対象種ではキグチ，タチウオ，カンダリ類であり，全海域の中間的な種類組成を示す．たゞ大型のカニ類では，ガザミがこの海域を分布の中心としていることが大きな特徴となっている．小型魚類ではイワハダカが周年に亘って最も多く，テンジクダイ，コモチジャコがこれに次いで多く採集されている．エビ類では季節で差が認められるが，サルエビ，アカスジエビ，ヒゲナガクダヒゲエビが優先種であり，ミナミアカザもこの海域で最も多い．頭足類ではナンヨウホタルイカ属の *Abralia arnata* がこの海域で多獲される．

C群集：種類数が最も多く，最も少ないA群集の2倍に達し，東シナ海系の特徴を最もよく示している群集である．調査の行なわれた年間は，ウマヅラハギの大量発生の認められた期間に含まれており，ウマヅラハギが多く採集されているが，この現象はその後数年でみられなくなっている．量的に多い魚種としては，ワニエソ，タチウオ，シログチの主要魚種の他にカナガシラ類，キントキダイ，キダイ，ミシマオコゼ，マナガツオなどがあげられる．異体類は量的にはA群集に比べて少なく，小型の種類が多い．その中で量的に最も多いのはガンゾウビラメ類である．また，この群集でのみ採集されるものも多く，その代表的なものとしてはワニエソ，ヒメジ，キダイ，ソコハリゴチなどがみられる．東シナ海・黄海全域において広く認められる小型の魚類が7種類あるが，この海域にはそれらの種類が総て生息している．そのなかでホタルジャコ，ワニギス，ヒメズミクイウオの分布の中心がこの海域にあり，ホタルジャコが量的には最も多い．イワハダカも多獲されることがあるが，それはこの海域の北端に限定されている．このエビ類ではクロエビ，アカエビ，キシエビが多く採集されている．頭足類の主要なものはケンサキイカ・コウイカ・ヒメコウイカである．

D群集：この群集の生息する海域には調査点が少なく，群集を構成する動物群の精確な情報は得られなかったが，B・C群集の混合域的な性格をうかがうことはできる．量的には漁獲対象種中の主要魚種であるシログチ，キグチ，タチウオが多い．それに次いでウバゴチ，ヤリヒゲが目立った魚種である．小型魚種も量的には少ないが，多くの種が認められる．量的にはテンジクダイが最も多く採集され，イワハダカ，コニベ，アカムツ幼魚がこれに続いている．エビ類ではアカエビ，サルエビ，キシエビが多く認められるが，B群集に分布しているミナミアカザがこの海域でも多く採集されている．

以上のように，各群集ともそれぞれ特徴的な種類構成を持っていることがわかる．これらの群集別に諸検討を進めるが，先にも述べたようにこれらの群集は大きく東シナ海群・黄海群に分けることもでき，その検討の内容と資料の状況に応じてB・C・Dの3群集はまとめて考察することとする．

稚魚ネットによって採集された動物群

日出・日没時に海底上10～20m層から採集されたプランクトン類の分布について概観すると，その種類組成は地域によって大きな差はみられない．ヤムシ類，かい脚類，およびクラゲノミ類のように採集量も比較的多く，その含まれている「種」の数も多い種類では，分類を種まで行なって比較すれば，地域によって種組成を異にすると考えられるが，「亜綱」もしくは「目」の段階でみると地域的には大きな差はみられない．採集物の総湿重量も同じように地域による差は特に認められなかった．季節的な量変動は認められ秋季に最も多かった．中でもかい脚類は季節的な変動が明瞭で春季に最も多く，季節の経過とともに減少している．このような季節変動の大きな種類はそれほど多くはない．

分布範囲が広く，量的に最も多いのは，オキアミ類である．そのうち大部分はツノナシオキアミであり，カクエリオキアミが若干混じっているが，それ以外の種は非常に稀にしか採集されなかった．次いで，多いのはヤムシ類であり，この上位2種類の順序は総ての群集において変らず，両種類で60%以上を占めている．この両種類以外では春季にはかい脚類が多い．かい脚類の小型の種は稚魚ネットの網目を抜けるため，海洋中での尾数での割合は最も多いと考えられる．しかし，胃内容物としてはこれらの小型のかい脚類は確認し得ないので，稚魚ネットで採集されたもののみを考慮することにする．その他の種類の採集尾数は総尾数の10%以下であり，非常に少ない．

Ⅱ 捕食器官の形態による群集構造の解析

1 捕食器官の諸形態による魚種区分

捕食行為は野性動物の最も基本的な行動であり，その行動には多くの要素がかゝわっている．特に，魚類のように相対的に狭い生息域に多くの種が混在しているような動物群では，捕食行動は複雑であり，その行動に関与する要因や条件は内的・外的な両面において極めて多く，かつ複雑にからんでいると考えられる．このように複雑な行動を正確に判断するには，綿密な調査を必要とする．すなわち，各魚類の捕食行動を直接観察し，各魚種の捕食様式を記録整理し，各行動の内的・外的要因を実験によって確認することが望ましい．しかし，このような観察と実験を行ない得る魚類は極めて少ない．この研究の対象である諸魚類のように深い海底に広い範囲にわたって生息するものについては，このような研究方法は用い得ない．

これらの底魚類の捕食行動に関連する資料として入手することのできるものは，胃内容物のみである．これらの胃内容物は，捕食行動の集積された結果の断面であり，一方個々の捕食行動は多くの内的要因と外的条件によってもたらされた結果である．したがって，胃内容物の分析から得られる知見は，捕食行動の一部分に過ぎないといえよう．

そこで捕食行為を推測するためのもう一つの糸口として，捕食に関連する諸器官の形態があげられる．諸器官の形態を魚種別に比較分析することによって，各魚種のその器官がはたす機能とその働きの限界，すなわち能力を推定することができる．そのような能力の範囲を明らかにすることができれば，捕食しうる餌の性質を概括的に推測することも可能となり，魚種間にみられるその能力の重なりの程度から種間の競争の強さも推定することができよう．

捕食行動は先ず餌生物の探索に始まり，追跡，捕捉した後，呑み込み消化することによって終了する．したがって，これらの諸行動を探索，接近，捕獲，消化の4つの段階に分け，それぞれの段階に関連する形態の比較を行なった．

用いた標本は，漁獲された直後に，魚種別に数個体づつ採集し，船上で鰭，口等を測定に適した形に整えた後，10%ホルマリンでもって固定した．これらの標本のうち，最も諸測定の条件に適した個体を選び，測定標本とした．測定は，その器官の大きさが1㎜以下のものは，ミクロメーターによって顕微鏡下で0.01㎜まで計測し，1㎜～140㎜までのものについてはデジタル・キャリパーによって0.01㎜まで計測し，四捨五入して0.1㎜まで示した．さらに140㎜を超えるものについては測定板，またはディバイダーでもって1㎜まで計測した．重量については電子天秤によって70gまでは0.01g，70～700gのものは0.1gまで秤量し，700gを超えるものは上皿棒秤で1g単位で計測した．取り上げ得た魚種は114魚種である．また，東シナ海・黄海において底びき網で混獲される浮魚4種(カタクチイワシ，マサバ，マルアジ，サワラ)も取り上げ，参考魚種として諸検討に加えた．各標本について106項目の計測を行なった．このうち比較検討において最終的に取り上げられた，43項目の測定値をSuppl. table 2－1に示した．

1) 探索器官の形態

捕食に関して魚類が最初に行なう行為は，餌生物を認識することであろう．動物が自体の周囲の物体を認識するのは，感覚器官を通じてである．動物の感覚としては，一般には視覚・聴覚・嗅覚・触覚・味覚があげられる．捕食者と餌生物とは，程度の差はあっても離れているのが一般的な状態である．したがって，直接的な接触を必要とする触覚および味覚が，餌生物の探索に用いられることはほとんどないと考えられる．さらに，視覚および嗅覚の感覚受容器は明確であるのに反して，魚類の聴覚に関しては内耳・側線器および鰾などが関与しており，それらの受容器としての役割もまだ明確には規定されているとはいえない（古河[10]）．また聴覚と探索との関連やその機構についての報告もほとんどなく，聴覚を形態的に検討し餌生物の探索との関係を調べることは困難であると判断される．したがって，探索のための感覚としては視覚および嗅覚を取り上げることにした．

嗅　覚

魚類の末梢嗅覚受容器は嗅房であり，板状または皺状の嗅板から成っている．これらの嗅板の表面をおゝう嗅上皮に与えられた化学的刺激は，神経を通って嗅

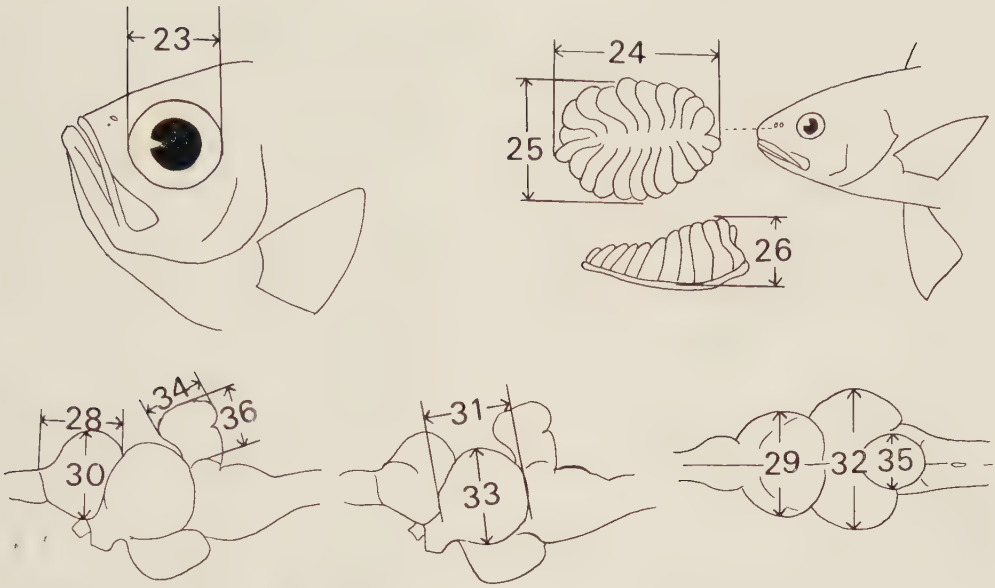


Fig. 2-1. 嗅房，眼および脳各部の測定部位
23：眼径，24：嗅房長，25：嗅房幅，26：嗅房高，28：嗅葉長，29：嗅葉幅，30：嗅葉高，31：視葉長，32：視葉幅，33：視葉高，34：小脳冠長，35：小脳冠幅，36：小脳冠高
Dimensions measured on olfactory rosette, eye and brain.
23 : Eye diameter, 24 : Olfactory rosette length, 25 : Olfactory rosette width, 26 : Olfactory rosette height, 28 : Olfactory lobe length, 29 : Olfactory lobe width, 30 : Olfactory lobe height, 31 : Optic lobe length, 32 : Optic lobe width, 33 : Optic lobe height, 34 : Cerebellum length, 35 : Cerebellum width, 36 : Cerebellum height.

球に伝達され，さらに嗅葉へと送られる(原[14])．嗅覚を司っているこれらの器官のうち，その形態が明瞭であり，形も大きい器官は嗅房と嗅葉とである，したがって，各魚種の嗅覚に関する能力を指標する器官として，この2つの器官を取り上げることにした．

嗅房：嗅房は魚類の吻に認められる鼻腔中にある．各魚種の固定標本の鼻腔を切開し，嗅房を付着部分の鼻腔壁とともに取り出した後，不要な鼻腔壁を除いて嗅房標本とした．その長さ，幅，および高さを測定し，併せて嗅板数を計数した（Fig.2-1）．

先ず，各測定軸間の関係を調べた．長さ，幅，および高さのそれぞれの間の相関は高く（長さ・幅 $r=0.878$，長さ・高さ $r=0.894$，幅・高さ $r=0.899$），特に高さと他の両軸との関係は非常に明確であり，その関係直線から大きくはずれる魚種はみられなかった．嗅房は長形，卵型および円形の3型に分類されているが（原[14]），長さと幅との関係でみると，この3つの型は明瞭には区分し難く，両軸が等しい円形の魚種は非常に少ない．長さが相対的に大きい魚種としてはハモ，マアナゴ，ウマヅラハギ，ミシマオコゼ，マコガレイ，イヌノシタ，ヤキインハゼ，ネズッポ，ネズミゴチがあげられ，幅の方が大きい魚種としてはクラカケトラギス，アオミシマがみられる（Fig. 2-2）．

次に嗅房の大きさと嗅板数との関係をみるため，嗅房の各測定軸長と嗅板数との関係をみると，長軸との間にやゝ相関関係が認められるが（$r=0.543$），他の2軸（幅 $r=0.339$，高さ $r=0.326$）とは余り関係はないと考えられる（Fig 2-3）．長軸に対して相対的に嗅板の多い魚種としてはヒメジ，トカゲエソ，イワハダカ，カタクチイワシがあげられ，相対的に少ない魚種としてはヤキインハゼ，アンコウ，キアンコウ，ナシフグ，マコガレイがあげられる．また，全般的にサメ・エイ類の嗅板数は，その大きさの割には少ない傾向を示している．

以上の嗅房に関する4つの測定値の比較の結果をみると，測定軸間では非常に相関が高く，嗅板数との関

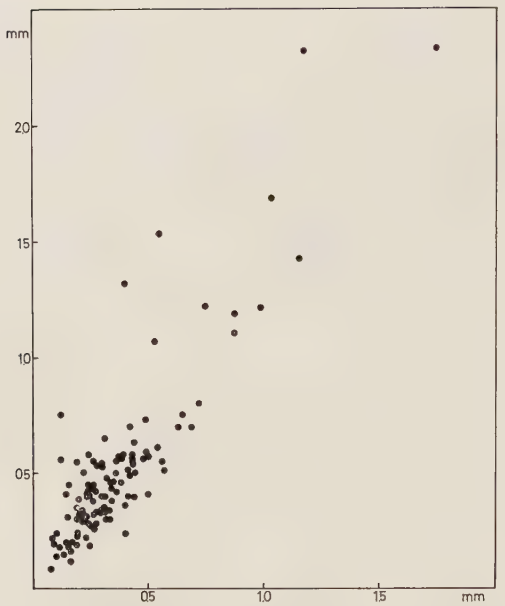


Fig. 2-2. 嗅房幅と嗅房長との関係
Relationship between olfactory resette width (abscissa) and olfactory rosette length (ordinate).

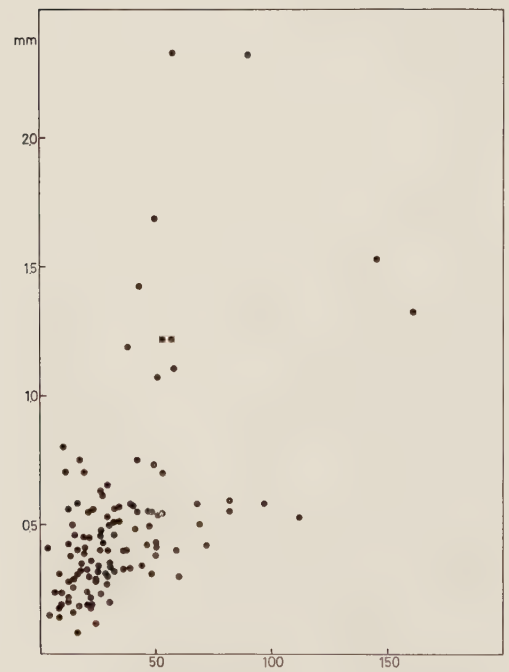


Fig. 2-3. 嗅板数と嗅房長との関係
Relationship between number of olfactory lamine (abscissa) and olfactory rosette length (ordinate).

係では長さのみが比較的高い相関を示す．嗅上皮の面積と嗅覚の強さとは特に単純な関係はない（原[14]）という指摘もあり，嗅板数が嗅覚の強さを示す指標となり得るとは考え難い．したがって，ここでは最も一般的と考えられる嗅房長，すなわち体軸に沿った軸で測った長さを，嗅房の大きさに表わす数値として用いることにした．

嗅葉：固定標本から取り出した脳の各部を測定した（Fig. 2-1）．3つの測定軸（長さ：体軸方向，幅：体軸左右直行，高さ：体軸上下直行）間の関係をみると，嗅房の各軸間よりもさらに相関が高く（長さ・幅 $r = 0.932$，長さ・高さ $r = 0.944$，幅・高さ $r = 0.934$）特に，幅と高さとの関係では全ての魚種がよくまとまり，大部分の魚種からやゝ離れた位置にある魚種は，幅に比べて若干高さの大きいヒョウザメのみである．長さに対する幅および高さの関係については，若干他の多くの魚種より離れて分布する魚種が認められる．そのうち長さに対して相対的に幅の大きい魚種としてはクログチ，マルイボダイがあげられ，小さいものと

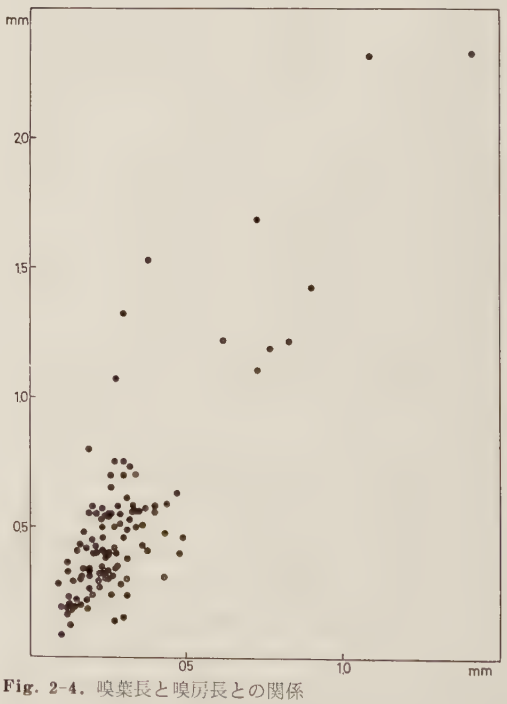


Fig. 2-4. 嗅葉長と嗅房長との関係
Relationship between olfactory robe length (abscissa) and olfactory rosette length (ordinate).

してアカムツ，ヒメジ，イトヨリ，ヒョウザメ，サカタザメがある．サメ類は全般的に幅が小さい方に属する傾向が認められる．また，長さに対して高さの大きい魚種としてネズミゴチ，マルイボダイ，アカムツ，小さな魚種としてソコハリゴチがあげられるが，そのずれの程度は小さい．

嗅房と嗅葉との比較：嗅葉に関する測定値と対応する嗅房長との関係をみると，いずれも高い相関（長さ $r = 0.842$，幅 $r = 0.828$，高さ $r = 0.804$）を示す．その中で嗅房長が相対的に大きいものとしてマアナゴ，ハモ，キアンコウがあり，サメ・エイ類も嗅葉の各部の大きさに比べて嗅房が大きい傾向が認められる．逆に嗅葉の方が相対的に大きなものとしてはイワハダカ，ソコハリゴチ，クロサバフグ，イトマキフグなどがあげられる（Fig. 2-4）．

視　覚

視覚の受容器の主体は眼であり，眼の網膜に受け取られた視覚刺激は，視神経束から視床を経由して，ほとんどの刺激は嗅葉に送られる．（田村[104]）そこで視覚の鋭敏性と関連する器官としては，嗅覚と同様に視覚刺激の出発点と終点に位置し，形態的に最も明確な眼および視葉を取り上げることにした．

眼および視葉：体軸に沿った測定軸で角膜の直径を計測し眼径とした（Fig. 2-1）．視葉の測定は嗅葉と同じ方法で行なわれた．視葉の各測定部位の関係をみると嗅葉の場合よりは幾らか低いが比較的高い相関（長さ・幅 $r = 0.873$，長さ・高さ $r = 0.882$，幅・高さ $r = 0.856$）を示す．全般的な傾向としてはサメ類，ワニギスは幅が小さく，チョウセンエツは長さが他の2つの軸に比べて短かい（Fig. 2-5）．

眼と視葉との関係：眼径と視葉の各測定部位との関係は比較的相関が高く（長さ $r = 0.701$，幅 $r = 0.787$，高さ $r = 0.685$），全体的な傾向はいずれの測定軸でもほゞ似た形を示す（Fig. 2-6）．眼径が相対的に大きいのはアカグツ，イズカサゴ，メゴチ，クロソイ，アカムツ，イネゴチ，マトウダイ，キントキダイであり，視葉がより大きい魚種はウチワザメ，シビレエイ，ソウハチであり，サメ・エイ類は全般的に視葉が大きい方へ偏っている．

嗅葉と視葉との関係：嗅葉と視葉との相対応する測定軸について相関を求めると非常に高い値（長さ $r = 0.699$，幅 $r = 0.600$，高さ $r = 0.763$）が得られる

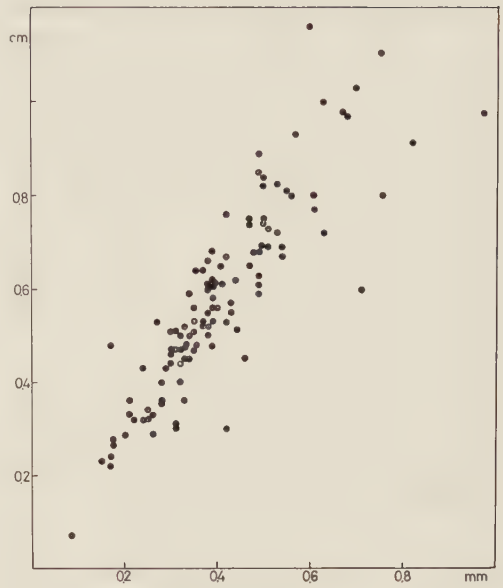


Fig. 2-5. 視葉幅と視葉長との関係
Relationship between optic lobe width (abscissa) and optic lobe length (ordinate).

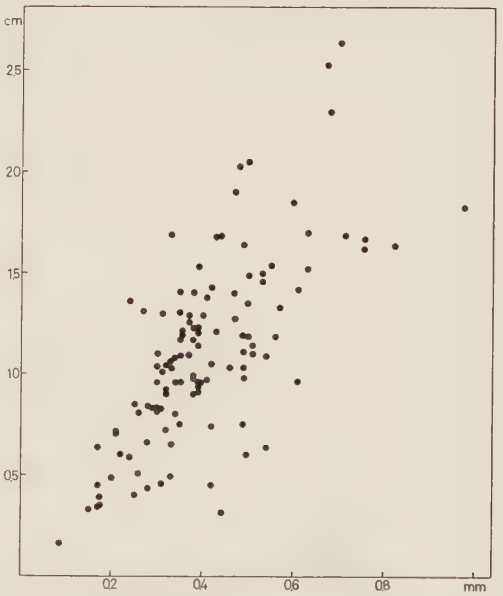


Fig. 2-6. 視葉長と眼径との関係
Relationship between optic lobe length (abscissa) and eye diameter (ordinate).

(Fig. 2-7)．これらの関係から大きくはずれるのはサメ・エイ類である．これらのサメ・エイ類8魚種を除

くと幅と高さでは相関もそれぞれ0.815および0.816と高くなると同時に，各関係直線の周りの分散も非常に小さくなり（長さ 194.19→51.86，幅 361.91→56.38，高さ126.96→23.42），視葉と嗅葉の大きさは非常に明確な比例関係にあることがわかる．また，前述したように嗅房と嗅葉および眼径と視葉との関係において，嗅覚が強いと考えられているサメ・エイ類が，それぞれ嗅房および視葉の大きな方へ偏よっている．嗅房および眼は，それぞれの感覚器官の専用の器官であるのに対して，神経中枢部である嗅葉と視葉は，その他の多くの働きも兼ねていると考えられるので，嗅覚および視覚の能力をその大きさで代表させるには，受容器である嗅房および眼がより適していると考えられる．

嗅房と眼との関係：嗅房の大きさは，嗅房長でほゞ代表させ得ると考えられる．眼はほゞ円形であり，眼径によってその大きさを表わすことができよう．この両者の関係を求めると各魚種は大きく分散し，その相関は0.335と低い値を示す（Fig. 2-8）．そこで両者の比（嗅房／眼径）を求め，その頻度分布をみるとほゞ4群に分けられる（Fig. 2-9）．これらの 各群を値の

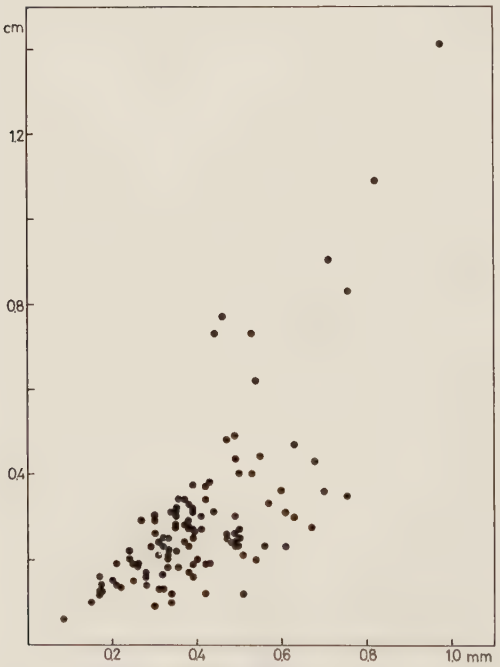


Fig. 2-7. 視葉長と嗅葉長との関係
Relationship between optic lobe length (abscissa) and olfactory lobe length (ordinate).

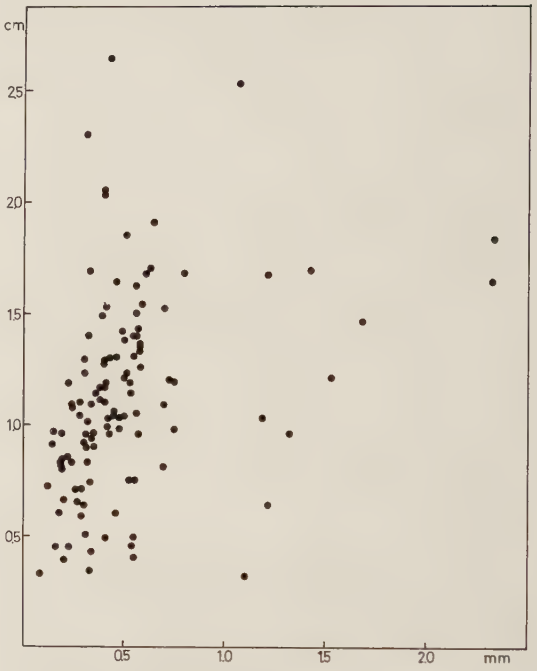


Fig. 2-8. 嗅房長と眼径との関係
Relationship between olfactory length (abscissa) and eye diameter (ordinate).

大きい方から嗅覚型，弱嗅覚型，弱視覚型，視覚型とした．この区分に従うと嗅覚型は少なく，サメ・エイ類，ハモ・アナゴ類およびウシノシタ類がこれに含まれる．これらの魚種は夜間も捕食可能な能力を持っていると考えられる．視覚型の魚種は視覚に頼るため昼間が主要な捕食の期間であろう．分類学的に近縁の種はほゞ同じ位置にあるが，ゴテンアナゴはマアナゴおよびハモと異なり弱視覚型に区分されている．これらの区分のうち中間の2群に2/3の魚種が含まれており，この区分によって餌生物の探索に用いられる感覚器官を詳細に判別することは困難であろう（Table 2-1）．

2） 接近器官の形態

魚類が感覚器官を通して餌生物の存在を感知した場合，次に行なうことは，その餌生物に接触できるまで接近することである．この接近という動作は，餌生物の探索時の状態および餌生物との距離を縮めるための移動状態の2つに区分することができる．すなわち，平常時の姿勢および運動方法とに大別される．静止も運動の一つの形態であると考えると，接近の分析は運

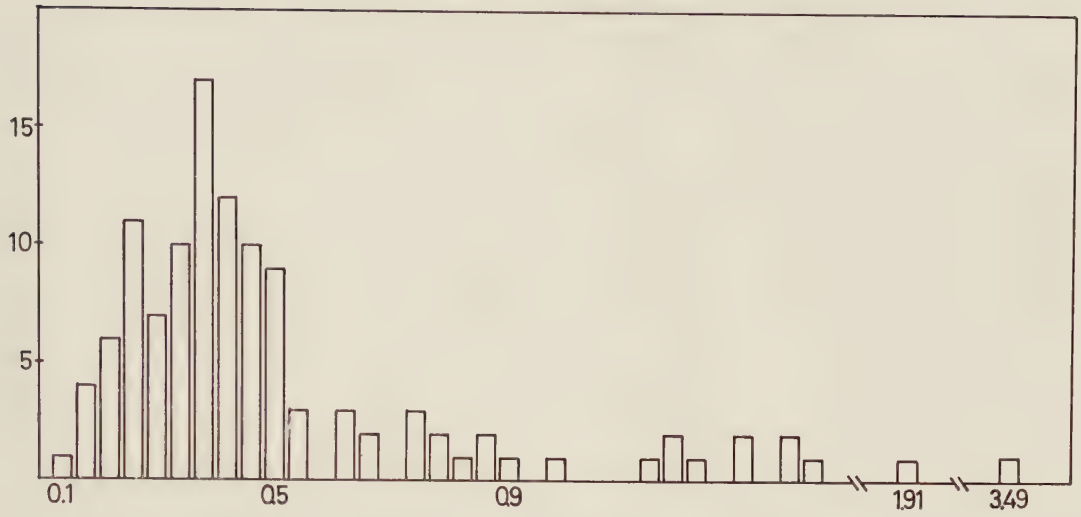


Fig. 2-9. 嗅房長／眼径の頻度分布
Frequency distribution of values of the ratio of olfactory rosette length to eye diameter.

動に関する諸形態の分析とみなすことができる．

運動に関連する諸形態としては，運動を行なう器官として各種の鰭および体型，それを動かす筋肉および筋肉の動きを制御する神経系が考えられる．しかし，運動と筋肉との関係の分析には化学的な測定が必要であり，計測可能な形態を通じての解析を目的とするこの研究の範囲を超えるため，筋肉に関する形態は取り上げなかった．したがって，鰭・体型および小脳の形態と運動との関係を平常時および接近移動時に分けて検討することにした．

これらの形態の各部分を計測し比較検討する際に，前述した嗅房長と眼径との比較のように，比較するものが2つである場合にはその両者の比を用いることができるが，比較するものが3つ以上ある場合やその大きさを比較する必要がある場合には，何らかの単位によって統一し，各標本の大きさに起因する差を除く必要がある．このような場合に，統一のための基準として最も多く用いられるのは全長であろう．しかし，魚種間の比較を行なう場合には各魚種の体型が多種多様であり，全長を用いるとその体型の影響を非常に大きく受けることになる．このことは頭長を単位にした場合にも程度の差はあっても本質的に変らない．また，頭長を単位として用いるのは頭部にある器官の場合にはよいが，体の他の部分にある器官に用いるのは不適当であろう．

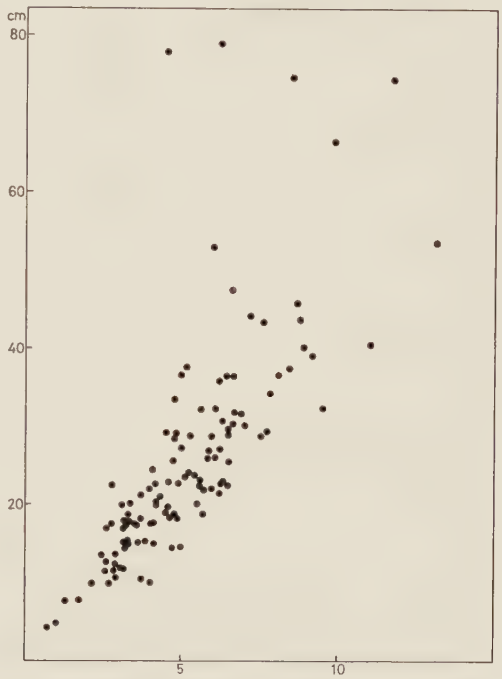


Fig. 2-10. 体重の立方根と全長との関係
Relationship between the cube root of body weight (abscissa) and total length (ordinate).

そこで各標本の大きさの差によってもたらされた，各器官の大きさの差を除くための単位として体重を用

Table 2-1. 嗅房長と眼径の比による魚種区分
Groups of fishes classified by the ratio of olfactory rosette length to eye diameter (see Fig. 2 9).

Olfactory type	Optic type	Intermediate type	
		Weak olfactory type	Weak optic type
イヌノシタ (38)	アオミシマ (3)	アンコウ (23)	アカカマス (9) ツマリエツ (153)
ウチワザメ (46)	アオヤガラ (4)	オビウシノシタ (63)	アカグツ (10) テンジクダイ (157)
ガンギエイ (79)	アカアマダイ (5)	クサウオ (88)	アカムツ (15) トカゲエソ (158)
クロウシノシタ (92)	アカゴチ (11)	ゲンコ (100)	アブオコゼ (20) トゲカナガシラ (159)
サカタザメ (119)	イズカサゴ (33)	コウライマナガツオ (106)	イゴダカホデリ (27) ナシフグ (167)
シビレエイ (124)	イトマキフグ (36)	コショウダイ (108)	イザリウオ (30) ネズミギス (173)
ナガサキトラザメ (165)	イネゴチ (39)	ソウハチ (141)	イソキホウボウ (34) ババガレイ (184)
ハモ (183)	イワハダカ (41)	ツマリツノザメ (154)	イトヨリダイ (37) ヒメオコゼ (187)
ホシザメ (210)	カナド (72)	テナガミズテング (156)	イボダイ (40) ヒメスミクイウオ (191)
マアナゴ (216)	キントキダイ (86)	ヒメジ (189)	ウマヅラハギ (50) ヒレコダイ (199)
ムラサキシタビラメ (234)	クラカケトラギス (89)	ヒョウザメ (192)	オニカナガシラ (61) フウセイ (200)
	クログチ (93)	マコガレイ (219)	オニゴチ (62) ベニカワムキ (205)
	クロサバフグ (94)	マナガツオ (226)	カイワリ (64) ホウボウ (207)
	シロギス (129)	ヤキインハゼ (240)	カナガシラ (70) ホタルジャコ (213)
	ソコハリゴチ (143)		カンダリ (78) ホンニベ (214)
	チカメキントキ (148)		ガンゾウビラメ (81) マエソ (217)
	チョウチョウエソ (150)		キアンコウ (83) マダイ (221)
	ニラミオコゼ (169)		キグチ (84) マダラ (222)
	ネズッポ (171)		キダイ (85) マツカサウオ (223)
	ネズミゴチ (174)		クロソイ (95) マトウダイ (225)
	ヒメ (186)		コイチ (102) マルイボダイ (231)
	ベロガレイ (206)		コウライガジ (104) ムシガレイ (233)
	ホシセミホウボウ (212)		コニベ (111) メイタガレイ (235)
	マトイシモチ (224)		ゴテンアナゴ (115) メブトカンダリ (238)
	ミシマオコゼ (232)		シログチ (130) ヤナギムシガレイ (241)
	メゴチ (237)		スミクイウオ (136) ヨロイイタチウオ (247)
	ヤリヒゲ (245)		セトダイ (138) ワニエソ (249)
	(カタクチイワシ, 69)		セトミノカサゴ (140) ワニギス (250)
			ソコカナガシラ (142) (サワラ, 122)
			タチウオ (144) (マサバ, 220)
			タマガンゾウビラメ (145) (マルアジ, 230)
			チョウセンエツ (149)

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

いることにした．すなわち，各魚種の比重がほぼ等しいと考えると，体重は体容積と比例することになる．そこで全ての魚種の体型を立方体に統一して比較することとし，容積を比較する場合には体重で，面積および長さを比較する場合には，それぞれ体重の 2/3 乗，1/3乗の値でわることにした．体重の立方根と全長との関係を求めると，相関は高い（r = 0.746）．さらに詳細に各点の散ばり方をみると，全長が相対的により大きい方にずれる魚種が多く，その中でもアオヤガラ，タチウオ，ハモ，マアナゴが他の魚種と大きくずれているが，全長がより小さい方には，これらの魚種ほど大きくずれるものはない（Fig. 2-10）．次に，頭長との関係をみるとさらに相関は高い（r = 0.821）．その中でアオヤガラのみは頭長が相対的に著しく長く，若干離れているものとしてはアンコウ，キアンコウ，ガンギエイ，サカタザメがある．相対的に頭の小さいものとしては，イトマキフグ，オビウシノシタ，メイタガレイ，コウライマナガツオ，マナガツオ，バ

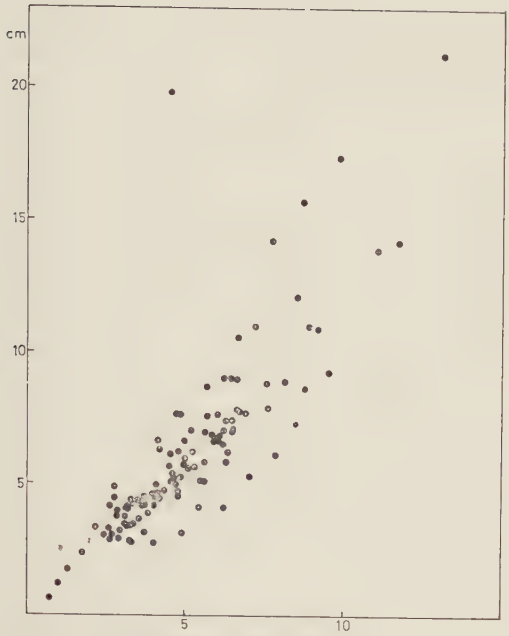


Fig. 2-11. 体重の立方根と頭長との関係
Relationship between the cube root of body weight (abscissa) and head length (ordinate).

バガレイがあげられるが，そのいずれの程度は余り大きくない（Fig. 2-11）．

平常時の姿勢

平常時の状態に最も関係の深い形態としては，体型特に，体の横断面の形態が考えられる．そこで各魚体の固定標本を，胸鰭基部の直後の位置で，体軸に直交する面で切断し計測した．計測部位としては，その形を再現するために必要な最低の部位という観点から，最大体高，最大体幅および最大体幅部の背部からの距離の3部位を計測した（Fig. 2-12）．

これらの測定値を主成分分析によって検討した．主成分分析の計算は，農林水産研究計算センターの会話型多変量解析パッケージプログラムを用いて行なった．計算結果の検討の際に基準となる点を得るために，円型，縦楕円型，側偏型，縦偏型，下ぶくれ三角型および上ぶくれ三角型の基準形を作って計測し検討資料に加えた．各資料は，その標本の大きさによる差を除くため，最大体高と最大体幅の和が100になるように換算した．計算結果をみると，第1および第2主成分による寄与率は99.9%であり，この2主成分を検討すればほゞ全情報が含まれることがわかる．次に因子負荷量をみると，体高と体幅は主に第1主成分を決定し，第2主成分には最大体幅までの距離が最も大きく関与していることがわかる（Table 2-2）．

そこで求められている各魚種のスコアの第1主成分と第2主成分を用いて散布図を描くと，ほゞ規則的に並んだ基準形を中心に各点が散在し，点の密集した部分も幾つか認められるが，基準形の縦偏型に近い群以外は，明瞭に分離している群はない．また，詳細にみるとアンコウとイワハダカが近くに分布するなど，実態と一致しない点も認められる（Fig. 2-13）．また，この図の検討において，最も不都合なことは，各点の占めている位置が何によって決定され，測定値の変化がどのように影響するのかを知るためには多くの計算が必要であり，簡単に推測できない点にある．これらの欠点を取り除き，ほゞ同じ表示が行なえるように，次のような方法を用いて検討を行なった．

各測定値を体重の立方根でわって標本の大きさによる差を除き，横軸に（X＝体高－体幅）を取り，縦軸に（Y＝最大体幅までの距離－体高/2）を取って，同様に散布図を描いた（Fig. 2-14）．この図表での横軸の原点部は円型を示し，正の方向に数値が大きい程側偏し，逆に負の方向に行くほど縦偏の程度が大きくなる．また縦軸についてみると，正の値は重心が下に，負の値は重心が上にあることを示している．各点の分散は，概括的には Fig. 2-13に類似しているが，各点のまとまりはよりよく9～11の群に区分することができる．しかし，それらの区分された魚種群の形態の機能を意味付けることは難しい．この研究においては，形態と機能とを明確にする必要があり，機能に関する現在の知見から検討すると，これらの区分された群の数は多過ぎると考えられる．近接の群をまとめて群の数を少なくすることも試みたが，いずれの組合せにも無理が生ずる．

以上の結果から判断して，概略的な区分を行なうためには，なるべく単純な方法による区分が最も適切であると考えられる．そこで最大体高と最大体幅との関係を求めた（Fig. 2-15）．両者間には相関は全くなく（$r = 0.070$），原点を通る直線に基づいて検討すると各点の疎密によって4つの群に分けることができる．これらは縦偏型，三角型，楕円型および側偏型であり，それぞれの平常時の状態としては，被泥した静止

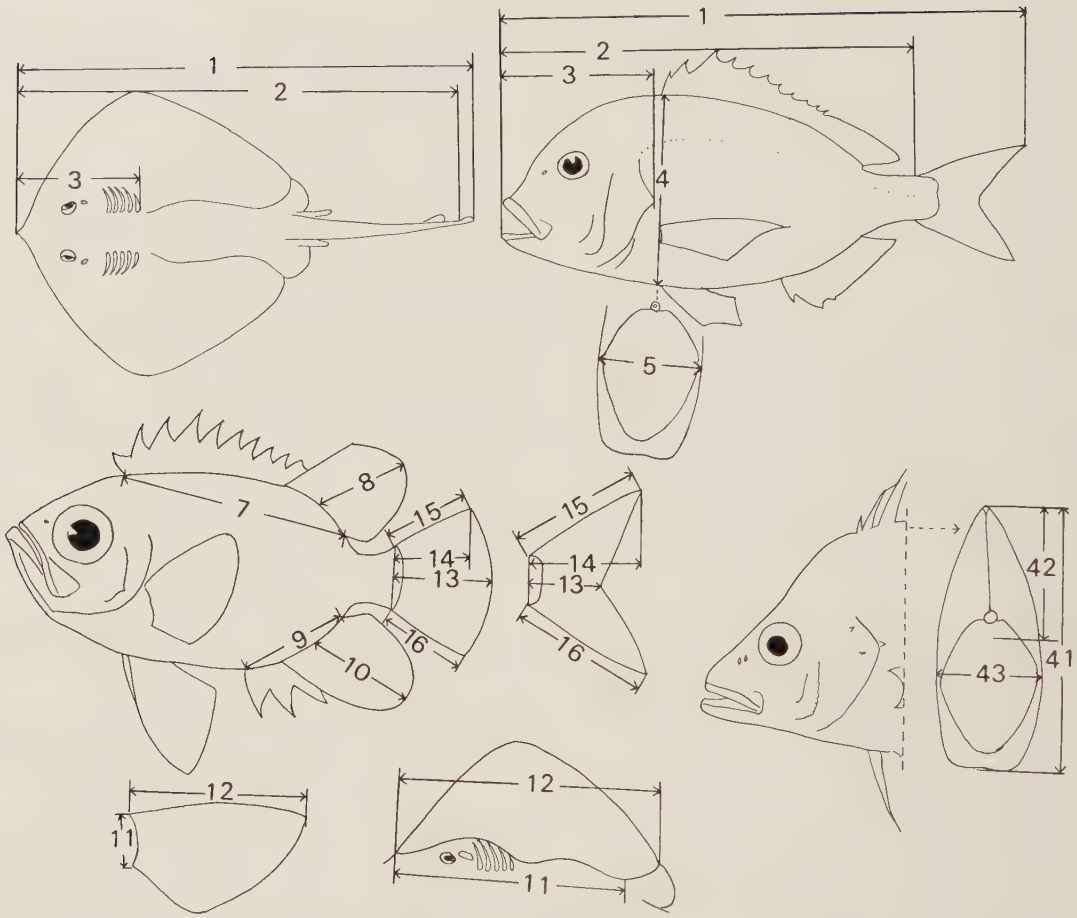


Fig. 2-12. 鰭，魚体および体横断面の測定部位
1：全長，2：体長，3：頭長，7：背鰭基底長，9：臀鰭基底長，11：胸鰭基底長，13：尾鰭長(1)，14：尾鰭長(2)，15：尾鰭上縁長，16：尾鰭下縁長，41：体断面高，42：体断面½高，43：体断面幅
Dimensions measured on fins, body and cross section of body.
1 : Total length, 2 : Body length, 3 : Head length, 7 : Dorsal fin base length, 9 : Anal fin base length, 11 : Pectoral fin base length, 13 : Caudal fin length (1), 14 : Caudal fin length (2), 15 : Caudal fin length upper hem), 16 : Caudal fin length (lower hem), 41 : Body cross section depth, 42 : Body bisection depth, 43 : Body cross section width.

Table 2-2. 体横断面の各部分の測定値に関する主成分分析の各主成分の寄与率と各測定値の因子負荷量
Factor loading and contribution ratio in the principal component analysis of the measurements of body form on cross section.

Variance	Facter loading			Component	Contribution ratio
Body depth	0.972	− 0.236	0.014	1	0.860
Body width	− 0.972	0.236	−0.014	2	0.135
Body bisection height	0.839	0.544	0.000	3	0.001

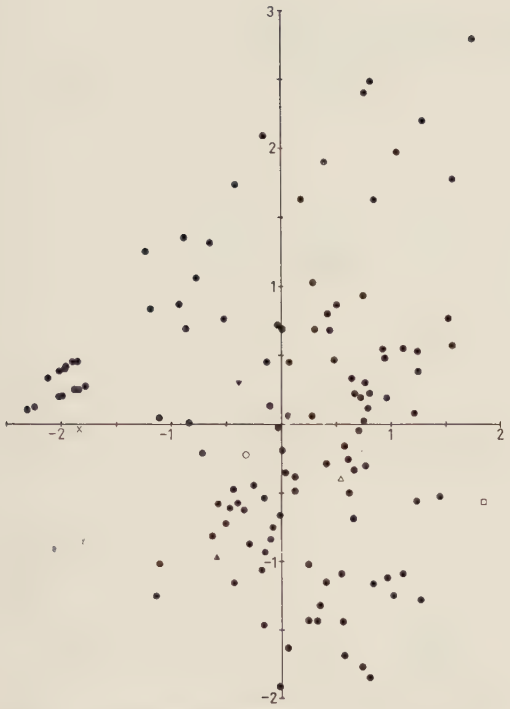


Fig. 2-13. 各種の体横断面に関するスコアの第1主成分と第2主成分との関係
×：偏平，○：円，△：楕円，□：側偏，▲：三角，▼：逆三角
Relationship between the first principal component (abscissa) and the second principal component (ordinate) on transvers section of body in principal component analysis.
×: Depressed, ○: Circlar, △: Oval, □: Compressed, ▲: Triangle, ▼: Inverse triangle.

状態，着底しゆっくりと動き廻る状態，比較的活発な遊泳およびゆっくりと漂うような遊泳に対応していると考えられる．これらの区分のうち両端の2区分に所属する魚種には，既に広く知られている生態と適合しない魚種は認められないが，中央の2区分間では相互に入れ換えた方が妥当であると考えられる魚種がみられる．三角形型から楕円形型へ移した方がよいものはエソ類4種とナシフグであり，その逆の魚種はカナガシラ・ホウボウ類，ハゼ類，オコゼ類およびヤリヒゲである．これらは，いずれも頭部と胴部の形が異なっているためにこのような結果になったと考えられる．したがって，このような観点での検討には，切断部位としては頭部の直後が最も適しているように考えられる．以後の検討にはこれらを修正した区分を用いることにする（Table 2-3）．

平常時の状態に関連があるものとして，各鰭の棘が考えられる．すなわち，棘が多いものは海底への潜行や早い遊泳には適しないし，着底し這行するような場合には，防御の観点から棘が多い方が有利であると考えられる．そこで背鰭，臀鰭および腹鰭の棘の有無による区分を行なった（Table 2-4）．得られた結果は先にあげた体断面による区分とはほとんど一致せず，その平常時の状態とも無関係であった．

運動の様式

魚類は餌を捕えるために行動する場合，すなわち，餌生物を攻撃する場合には，その魚種が持っている運動における最大の能力を発揮すると考えられる．そのような全力運動に最も密接に関与している器官としては尾鰭，体型および小脳をあげることができる．

小脳：小脳は運動を司る神経中枢であって，小脳冠と小脳弁がよく発達した魚類は遊泳力は強く，行動も敏速であるとされている（拓植・島村[102]）．そこで小脳冠の大きさの魚種別比較を行なった．小脳冠を前述の嗅葉・視葉と同様に3つの測定軸によって計測した（Fig. 2-1）．この3つの測定値をかけて小脳の容積の指数とし，この容積をそれぞれの魚種の体重でわり，その値に基づいて魚種間の比較を行なった．アンコウ類やミシマオコゼの数値が小さく，その活動力とよく一致する魚種も認められるが，ワニエソがアンコウ類と同じ値を示すなど，その運動様式と合致しないものが多い．一般にイワハダカ・サイウオなどの体の小さな魚種および軟骨魚類の数値が大きいことがわかった．そこで脳における小脳冠の割合をみるために，嗅葉・視葉および下葉の容積の和を求め，その値と小脳冠の容積を比較した．その運動様式と一致すると考えられる数値を示す魚種もみられるが，最も大きな値の魚種がチョウセンエツ，サワラ，テナガミヅテングで，一方最も小さな値を示すものはチョウチョウエソ，ワニエソであり，この数値も一般に認められている各魚種の運動様式と合致しない魚種の方が多いことがわかった．したがって，小脳冠の大きさは魚種の遊泳力や敏捷性とは密接な関係はないと判断し，この研究では用いないことにした．

尾鰭：魚類の尾鰭は，遊泳のための推進力を生み出すための最も重要な器官であると考えられる．体横断

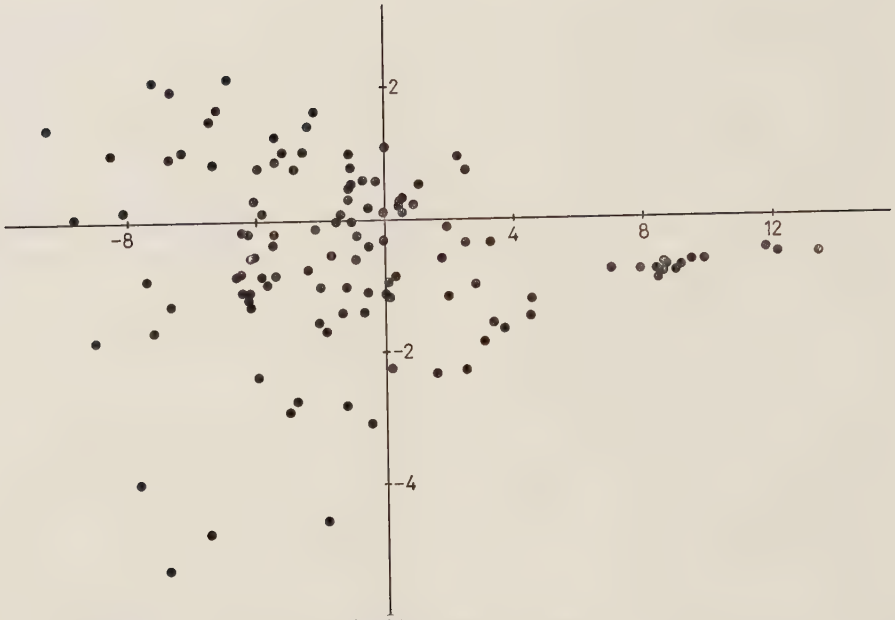


Fig. 2-14. 〔体幅－体高〕と〔体高の½－最大体幅までの長さ〕との関係
Relationship between "body width - body depth" (abscissa) and "half of body depth - height from position of maximum body width to dorsal contour" (ordinate).

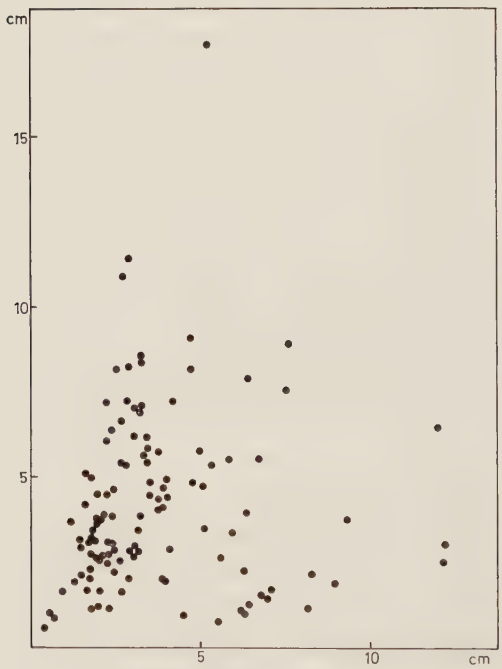


Fig. 2-15. 体幅と体高との関係
Relationship between body width (abscissa) and body depth (ordinate)

面の場合と同様に，その形を決定するために必要な最小の測定部位という観点に基づいて，体中央軸の延長線上の長さ（Fig. 2-10 における13，A軸），上縁部の長さ（Fig. 2-10 における 15，C軸），下縁部の長さ（Fig. 2-10 における16，D軸）および尾鰭基部から延長した体軸上の線へ上縁部（下縁が長い場合は下縁）の先端からおろした垂直線の交点までの長さ（Fig. 2-10 における14，B軸）の 4 測定部位を計測した．

得られた 4 測定値について，体横断面において行なったと同様な方法で主成分分析を行なったが，各魚種は全く無作意状に分布し，行動様式に関連するような区分を行なうことができなかった．したがって，次のような方法によって検討を進めた．先ず，各測定値をそれぞれ体重の立方根でわり，その値について α＝B軸長－A軸長および β＝C軸長－D軸長を求めた．得られた α の値を横軸に β の値を縦軸に取って図表に乗せた（Fig. 2-16）．この図表においては横軸の正の方向は正尾型を負の方向へは菱形を示し，原点付近はさい型を示す．縦軸は上下の釣り合いを示している．散布図上の各点は中央部に最も多く集まるが，概括的には 3 つの群に区分される．すなわち，正尾型，

Table 2-3. 体横断面に関する測定値の比較による魚種区分
Croups of fishes classified by the measurements of body form on the cross section (see Fig. 2-15).

Depressed type		Triangle type		Oval type		Compressed type	
アカグツ	(10)	アオミシマ	(3)	アオヤガラ	(4)	アカアマダイ	(5)
イヌノシタ	(38)	アカゴチ	(11)	アカカマス	(9)	イボダイ	(40)
ウチワザメ	(46)	アブオコゼ	(20)	アカムツ	(15)	ウマヅラハギ	(50)
オビウシノシタ	(63)	アンコウ	(23)	イズカサゴ	(33)	カイワリ	(64)
ガンゾウビラメ	(81)	イゴダカホデリ	(27)	イトヨリダイ	(37)	キダイ	(85)
クロウシノシタ	(92)	イザリウオ	(30)	イトマキフグ	(36)	キントキダイ	(86)
ゲンコ	(100)	イソキホウボウ	(34)	イワハダカ	(41)	コウライマナガツオ	(106)
サカタザメ	(119)	イネゴチ	(39)	カンダリ	(78)	コショウダイ	(108)
シビレエイ	(124)	オニカナガシラ	(61)	キグチ	(84)	セトダイ	(138)
ソウハチ	(141)	オニゴチ	(62)	クサウオ	(88)	タチウオ	(144)
タマガンゾウビラメ	(145)	カナガシラ	(70)	クログチ	(93)	チカメキントキ	(148)
ババガレイ	(184)	カナド	(72)	クロサバフグ	(94)	チョウセンエツ	(149)
ベロガレイ	(206)	ガンギエイ	(79)	クロソイ	(95)	ツマリエツ	(153)
マコガレイ	(219)	キアンコウ	(83)	コイチ	(102)	ヒレコダイ	(199)
ムシガレイ	(233)	クラカケトラギス	(89)	コウライガジ	(104)	ベニカワムキ	(205)
ムラサキシタビラメ	(234)	コモチジャコ	(113)	コニベ	(111)	マダイ	(221)
メイタガレイ	(235)	ソコカナガシラ	(142)	ゴテンアナゴ	(115)	マツカサウオ	(223)
ヤナギムシガレイ	(241)	ソコハリゴチ	(143)	サイウオ	(118)	マトイシモチ	(224)
		トゲカナガシラ	(159)	シロギス	(129)	マトウダイ	(225)
		ナガサキトラザメ	(165)	シログチ	(130)	マナガツオ	(226)
		ニラミオコゼ	(169)	スミクイウオ	(136)	マルイボダイ	(231)
		ネズッポ	(171)	セトミノカサゴ	(140)		
		ネズミギス	(173)	チョウチョウエソ	(150)		
		ネズミゴチ	(174)	ツマリツノザメ	(154)		
		ヒメオコゼ	(187)	テナガミズテング	(156)		
		ヒョウザメ	(192)	テンジクダイ	(157)		
		ホウボウ	(207)	トカゲエソ	(158)		
		ホシザメ	(210)	ナシフグ	(167)		
		ホシセミホウボウ	(212)	ハモ	(183)		
		ミシマオコゼ	(232)	ヒメ	(186)		
		メゴチ	(237)	ヒメジ	(189)		
		ヤキインハゼ	(240)	ヒメスミクイウオ	(191)		
		ヤリヒゲ	(245)	フウセイ	(200)		
				ホタルジャコ	(213)		
				ホンニベ	(214)		
				マアナゴ**	(216)		
				マエソ	(217)		
				マダラ	(222)		
				メブトカンダリ	(238)		
				ヨロイイタチウオ	(247)		
				ワニエソ	(249)		
				ワニギス	(250)		
				(カタクチイワシ,	69)		
				(サワラ,	122)		
				(マサバ,	220)		
				(マルアジ,	230)		

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

さい型および菱形であり，ほゞ遊泳力の強さを示すと考えることができよう (Table 2-5).

以上の検討は型についてのみであるため，次に尾鰭の大きさについて検討した．その形の相違に関係なく尾鰭の大きさを最もよく表わす上縁長についてみると，他の魚種とかけ離れて極めて小さな魚種が若干認められる．すなわち，より小さな魚種からあげると，タチウオ，ヤリヒゲ，ゴテンアナゴ，マアナゴ，ハモ，ガンギエイ，クロウシノシタ，ゲンコ，イヌノシタ，ヨロイイタチウオ，ムラサキシタビラメ，イザリウオ，イトマキフグ，オビウシノシタであり，これらの魚種は尾鰭の区分としてはさい型・菱形に属している．遊泳力を生み出すと考えられる尾鰭がこのように小さい場合，他の鰭が尾鰭の代りに推進力を生み出すために用いられていると考えられる．そこで，これらの魚種のその他の鰭について検討した．

尾鰭以外で遊泳に関係があると考えられる鰭としては，背鰭，臀鰭および胸鰭があげられる．そこでこれ

Table 2-4. 鰭の棘の有無による魚種区分　組合せ順序：背鰭，臀鰭，腹鰭
Groups of fishes classified by the presence of spine of dorsal fin, anal fin and pectoral fin. Combination is in order of dorsal fin, anal fin and pectoral fin. Circle mark indicates spine present and cross mark indicates spine absent.

○○○				○○×		○×○	
アカアマダイ	(5)	ヒメスミクイウオ	(191)	コモチジャコ	(113)	アカゴチ	(11)
アカカマス	(9)	ヒレコダイ	(199)	シロギス	(129)	イゴダカホデリ	(27)
アカムツ	(15)	フウセイ	(200)	ツマリエツ	(153)	イネゴチ	(39)
アブオコゼ	(20)	ホタルジャコ	(213)	ヤキインハゼ	(240)	オニカナガシラ	(61)
イズカサゴ	(33)	ホンニベ	(214)	(マルアジ,	230)	オニゴチ	(62)
イトヨリダイ	(37)	マダイ	(221)			カナガシラ	(70)
イボダイ	(40)	マトイシモチ	(224)			カナド	(72)
カイワリ	(64)	マトウダイ	(225)			クラカケトラギス	(89)
カンダリ	(78)	マルイボダイ	(231)			ソコカナガシラ	(142)
キグチ	(84)	メブトカンダリ	(238)			ソコハリゴチ	(143)
キダイ	(85)	ワニギス	(250)			トゲカナガシラ	(159)
キントキダイ	(86)	(マサバ,	220)			ネズッポ	(171)
クログチ	(93)					ヒメジ	(189)
クロソイ	(95)					ベニカワムキ	(205)
コイチ	(102)					ホウボウ	(207)
コショウダイ	(108)					ホシセミホウボウ	(212)
コニベ	(111)					マツカサウオ	(223)
シログチ	(130)					メゴチ	(237)
スミクイウオ	(136)					(サワラ,	122)
セトダイ	(138)						
セトミノカサゴ	(140)						
チカメキントキ	(148)						
テンジクダイ	(157)						
ヒメオコゼ	(187)						

○××		×××			
アンコウ	(23)	アカグツ	(10)	チョウチョウエソ	(150)
イザリウオ	(30)	アカヤガラ	(16)	テナガミズテング	(156)
イソキホウボウ	(34)	ババガレイ	(184)	トカゲエソ	(158)
ウマヅラハギ	(50)	イトマキフグ	(36)	ナガサキトラザメ	(165)
キアンコウ	(83)	イヌノシタ	(38)	ナシフグ	(167)
ツマリツノザメ	(154)	イワハダカ	(41)	ネズミギス	(173)
ニラミオコゼ	(169)	ウチワザメ	(46)	ハモ	(183)
ネズミゴチ	(174)	オビウシノシタ	(63)	ヒメ	(186)
ミシマオコゼ	(232)	ガンギエイ	(79)	ヒョウザメ	(192)
ヤリヒゲ	(245)	ガンゾウビラメ	(81)	ベロガレイ	(206)
		クサウオ	(88)	ホシザメ	(210)
		クロウシノシタ	(92)	マアナゴ	(216)
		クロサバフグ	(94)	マエソ	(217)
		ゲンコ	(100)	マコガレイ	(219)
		コウライガジ	(104)	マダラ	(222)
		コウライマナガツオ	(106)	マナガツオ	(226)
		ゴテンアナゴ	(115)	ムシガレイ	(233)
		サイウオ	(118)	ムラサキシタビラメ	(234)
		サカタザメ	(119)	メイタガレイ	(235)
		シビレエイ	(124)	ヤナギムシガレイ	(241)
		ソウハチ	(141)	ヨロイイタチウオ	(247)
		タチウオ	(144)	ワニエソ	(249)
		タマガンゾウビラメ	(145)	(カタクチイワシ,	69)
		チョウセンエツ	(149)		

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

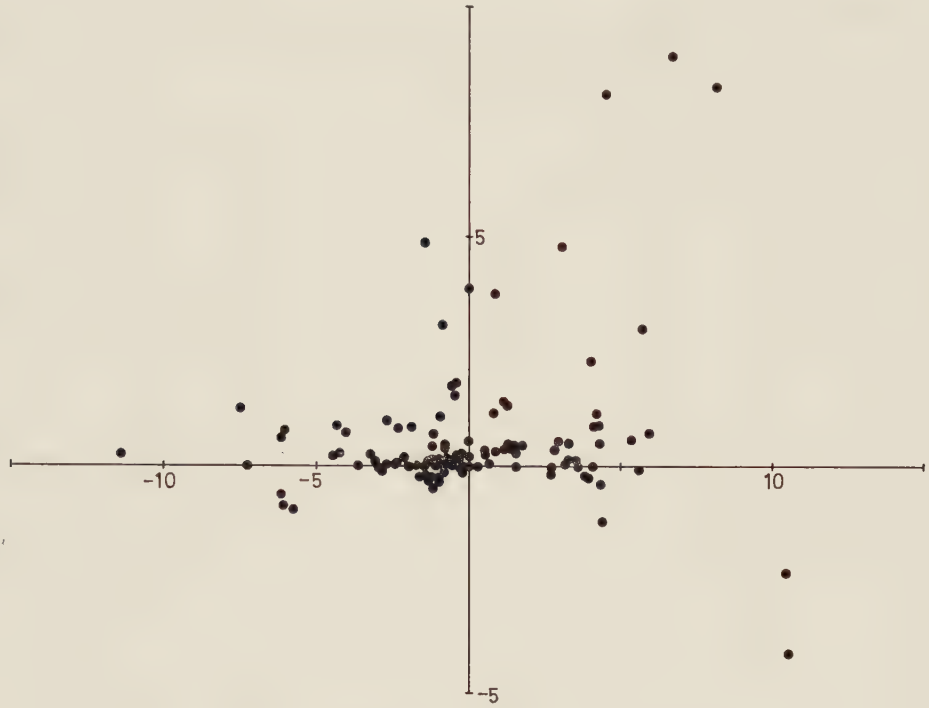


Fig. 2-16. 各部測定による尾鰭の形状の比較（付表2-1 項目番号（13-14）:(15-16)）
Comparison of measurements on caudal fin. (see Suppl. table 2-1).

らの3つの鰭のうち，特に発達した鰭が認められるかどうかという観点から検討を進めた．先ず，各鰭の基底長と軟条長とをかけて鰭面積を求めた．それらの鰭面積を体重の2/3乗値でわり，さらに鰭間に認められる基本的な大きさの差を取り除くために，それぞれの鰭の最大値を100，最小値を0として魚種の値を換算し，その数値を用いて各魚種の3つの鰭の比較を行なった．これらの3つの値の比率を魚種ごとに求め，得られた値を三角図表上に乗せた．大部分の魚種は背鰭30～70%，臀鰭20～70%の範囲に入る．この範囲から大きく離れた魚種としては，背鰭が主体を占めるタチウオと胸鰭が最も大きいアカグツが特徴的である．また，サメ・エイ類，特にエイ類は胸鰭の占める割合が非常に高く，ホシセミホウボウ，ネズミギス，トゲカナガシラ，イトマキフグ，セトミノカサゴおよびホウボウも胸鰭が大きいことがわかる．異体類，特にウシノシタ類は背鰭30～40%，臀鰭60～70%の位置に集中しており，ヨロイイタチウオもそれに近い値を示している．しかし，これ以外の魚種は特に明瞭に分離した集団を形成していない（Fig. 2-17）．

以上の結果から鰭に基づく遊泳型の区分は尾鰭の形態による区分を基本とし，その他の鰭の形態は参考資料とすることにした．

体型：遊泳型の区分という観点からみると，体側面の形態が最も関連が深いと考えられる．体横断面における諸検討法の吟味結果にしたがって，最も単純な比較方法によって検討することにした．すなわち，各魚種の体長と体高との関係を求め，原点から放射状に引かれた直線と各点の散ばりの状態から4つの集団に区分し（Fig. 2-18），それぞれ丸型，楕円型，長型および延長型とした（Fig. 2-18）．この区分によって魚類の体型はほゞ区分できると考えられるが，特殊な形として，先に体横断面に基づく検討において区分された縦偏型がある．これらをさらに区分するために体長と体幅との関係を求め，その結果に基づいて，縦偏型を分離し，体側面の形に基づく魚種区分とした（Table 2-6）．

体型による区分：体型に関連する形態として体横断

Table 2-5. 尾鰭に関する測定値の比較による魚種区分
Groups of fishes classified by the measurments of caudal fin (see Fig. 2-16).

Fork type		Cut type				Rhomb type	
アオヤガラ	(4)	アカアマダイ	(5)	シロギス	(129)	イザリウオ	(30)
アカカマス	(9)	アカグツ	(10)	セトミノカサゴ	(140)	カンダリ	(78)
アカムツ	(15)	アカゴチ	(11)	ソウハチ	(141)	ガンゾウビラメ	(81)
イボダイ	(40)	アブオコゼ	(20)	ソコカナガシラ	(142)	キグチ	(84)
イトヨリダイ	(37)	アンコウ	(23)	タチウオ	(144)	クログチ	(93)
イワハダカ	(41)	イゴダカホデリ	(27)	チカメキントキ	(148)	コイチ	(102)
カイワリ	(64)	イズカサゴ	(33)	チョウセンエツ	(149)	コウライガジ	(104)
コウライマナガツオ	(106)	イソキホウボウ	(34)	トゲカナガシラ	(159)	コニベ	(111)
スミクイウオ	(136)	イトマキフグ	(36)	ナシフグ	(167)	コモチジャコ	(113)
チョウチョウエソ	(150)	イヌノシタ	(38)	ニラミオコゼ	(169)	シログチ	(130)
ツマリエツ	(153)	イネゴチ	(39)	ネズミギス	(173)	セトダイ	(138)
ツマリツノザメ	(154)	ウチワザメ	(46)	ハモ	(183)	ソコハリゴチ	(143)
テナガミズテング	(156)	ウマヅラハギ	(50)	ヒメオコゼ	(187)	タマガンゾウビラメ	(145)
トカゲエソ	(158)	オニカナガシラ	(61)	ホウボウ	(207)	テンジクダイ	(157)
ナガサキトラザメ	(165)	オニゴチ	(62)	ホシセミホウボウ	(212)	ネズッポ	(171)
ヒメ	(186)	オビウシノシタ	(63)	マアナゴ	(216)	ネズミゴチ	(174)
ヒメジ	(189)	カナガシラ	(70)	マツカサウオ	(223)	ババガレイ	(184)
ヒメスミクイウオ	(191)	カナド	(72)	マトイシモチ	(224)	フウセイ	(200)
ヒョウザメ	(192)	ガンギエイ	(79)	マトウダイ	(225)	ベニカワムキ	(205)
ヒレコダイ	(199)	キアンコウ	(83)	ミシマオコゼ	(232)	ベロガレイ	(206)
ホシザメ	(210)	キダイ	(85)	ムシガレイ	(233)	ホンニベ	(214)
ホタルジャコ	(213)	キントキダイ	(86)	ムラサキシタビラメ	(234)	マコガレイ	(219)
マエソ	(217)	クサウオ	(88)	メゴチ	(237)	メイタガレイ	(235)
マダイ	(221)	クラカケトラギス	(89)	ヤリヒゲ	(245)	メブトカンダリ	(238)
マダラ	(222)	クロウシノシタ	(92)	ヨロイイタチウオ	(247)	ヤキインハゼ	(240)
マナガツオ	(226)	クロサバフグ	(94)			ヤナギムシガレイ	(241)
マルイボダイ	(231)	クロソイ	(95)				
ワニエソ	(249)	ゲンコ	(100)				
ワニギス	(250)	コショウダイ	(108)				
(カタクチイワシ,	69)	ゴテンアナゴ	(115)				
(サワラ,	122)	サイウオ	(118)				
(マサバ,	220)	サカタザメ	(119)				
(マルアジ,	230)	シビレエイ	(124)				

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

面および体側面の形態を比較し，それぞれ4および5個の集団に区分した．この2組の区分を比較し，それぞれの区分間に属する魚種を比べ，各魚種の所属する区分の組合わせを整理すると，得られた組合わせの数は10組合わせであった．全ての組合わせが存在するとすると，その組合わせの数は20組であり，実際の組合わせはその半分であることがわかる．最も組合わせの少ないものは縦偏型および偏平型であり，この形が極めて特殊なものであることがわかる．これらの型は他の区分との組合わせはなく，縦偏・偏平型（体断面・体側面の順で記名する）のみであり，含まれる魚種をみると異体類，エイ類およびアンコウ類のみに限定される．その他の区分について，横断面の区分からみると実在しなかった組合わせが1個ずつある．三角型は延長型と楕円型は丸型と組合わされない．三角型は着底型であり，海底上を体をくねらせて遣行するには不合理であると推測される．楕円型は最も遊泳性の強い型であり，丸型は遊泳に余り適せず，両区分は相反する性質を持っているものと考えられる．側偏型は前述の2区分に比べて若干特殊な形態であり，所属する魚

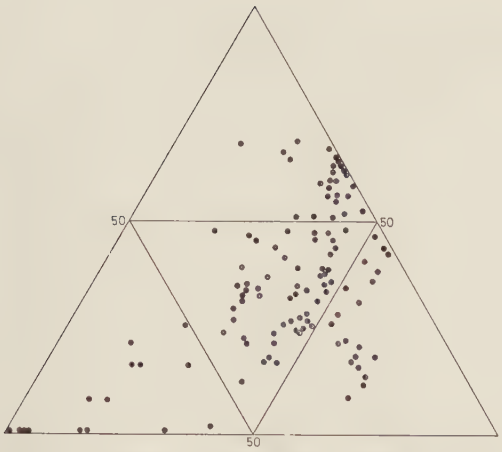


Fig. 2-17. 三角図表による背鰭（横軸），臀鰭（右軸）および胸鰭（左軸）の形状の比較
A graph on triangular coordinates for sizes of dorsal (horizontal axis), anal (right axis) and pectoral (left axis) fins.

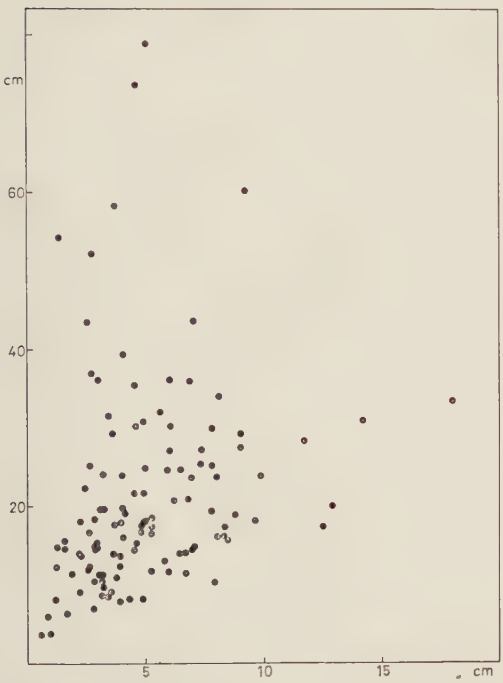


Fig. 2-18. 体高と体長との関係
Relationship between body depth (abscissa) and body length (ordinate).

種は少ない．最も遊泳性に富んだ楕円型との組合わせがなく，余り遊泳性の獲得を目指した形態ではないと考えられる．また，体側面の方からみると長型は偏平を除く全ての体横断面の区分と組合わされており，この型が最も基本的な形であると推測される．これらの各区分に属する魚種名を Table 2-7 に示した．

体型と尾鰭による区分：体型による区分に尾鰭による区分を重ねてみると，尾鰭区分のうち正尾型は楕円・楕円型，楕円・長型および側偏・丸型のみに認められ，これ以外ではツマリエツ（側偏長型）が認められるのみである．一方，さい型および菱形の尾鰭はほぼ全ての区分で認められる．この両区分によって運動形態に基づく魚種区分を行なった．

このような区分を行なう場合，それらの区分が魚類の示す特性を明確に示す必要があるとともに，その区分の数は出来るだけ少ない方がよい．したがって，これらの両区分を組合わせ，実現した全組合わせに属する魚種を比較し，それらを可能な限り再整理することにした。先ず，縦偏・偏平型と三角・丸型に属する魚種の大部分はさい型の尾鰭を有し，菱形に属する7種の尾鰭もその菱形の程度は小さくさい型に近い．また，ここに属する魚種は静止時は，着底または被泥してほとんど動かない魚種である．したがって，これらをまとめて縦偏・偏平型とした．次の三角・楕円型および長型も，そのほとんどが尾鰭はさい型である．両区分はその移動方法に若干の相違があると考えられるが，本質的な差とは考えられないので，一つにまとめて三角・長型とした．

楕円・楕円型，楕円・長型，側偏・丸型および側偏・長型はその遊泳形態には幾分相違する面もあるが，いずれも，遊泳性の強い魚種であり，尾鰭の3区分全てを含んでいる．そこで前2者については尾鰭区分によって再区分し，楕円・長型のそれぞれさい型，正尾型および菱形とした．残された2区分は，側偏・丸型に統合した．残りの2区分は特殊な型であり，そのまゝ残した（Table 2-8）．

3) 捕獲器官の形態

餌生物に接近した魚類は，次の動作としてその餌生物を捕獲しなければならない．捕獲に関連する器官としては，口，歯および鰓耙があげられる．

口：捕食器官としての観点から口をみた場合，口の持っている多くの機能が問題になるであろうが，餌生物との関係からみると，その開口時の口の大きさが最も重要な機能であろう．標本の生鮮時に無理なく開く

Table 2-6. 体長と体高との関係による魚種区分
Groups of fishes classified by the relation of body length to body depth (see Fig. 2-18).

Circle type		Oval type			
アブオコゼ	(20)	アオミシマ	(3)	ツマリエツ	(153)
イザリウオ	(30)	アカアマダイ	(5)	トゲカナガシラ	(159)
イトマキフグ	(36)	アカムツ	(15)	ナシフグ	(167)
イボダイ	(40)	イゴダカホデリ	(27)	ニラミオコゼ	(169)
カイワリ	(64)	イズカサゴ	(33)	ヒメ	(186)
キダイ	(85)	イソキホウボウ	(34)	ヒメジ	(189)
コウライマナガツオ	(106)	イトヨリダイ	(37)	ヒメスミクイウオ	(191)
コショウダイ	(108)	イワハダカ	(41)	フウセイ	(200)
セトダイ	(138)	ウマヅラハギ	(50)	ホウボウ	(207)
チカメキントキ	(148)	オニカナガシラ	(61)	ホシセミホウボウ	(212)
テンジクダイ	(157)	カナガシラ	(70)	ホタルジャコ	(213)
ヒメオコゼ	(187)	カナド	(72)	ホンニベ	(214)
ヒレコダイ	(199)	カンダリ	(78)	マトイシモチ	(224)
ベニカワムキ	(205)	キグチ	(84)	ミシマオコゼ	(232)
マダイ	(221)	キントキダイ	(86)	メブトカンダリ	(238)
マツカサウオ	(223)	クサウオ	(88)	ヨロイイタチウオ	(247)
マトウダイ	(225)	クラカケトラギス	(89)	ワニギス	(250)
マナガツオ	(226)	クログチ	(93)	(サワラ,	122)
マルイボダイ	(231)	クロサバフグ	(94)	(マサバ,	220)
		クロソイ	(95)	(マルアジ,	230)
		コイチ	(102)		
		コニベ	(111)		
		シログチ	(130)		
		スミクイウオ	(136)		
		セトミノカサゴ	(140)		
		ソコカナガシラ	(142)		

Long oval type		Stick type		Flat type	
アカカマス	(9)	アオヤガラ	(4)	アカグツ	(10)
アカゴチ	(11)	ゴテンアナゴ	(115)	アンコウ	(23)
イネゴチ	(39)	タチウオ	(144)	イヌノシタ	(38)
オニゴチ	(62)	ハモ	(183)	ウチワザメ	(46)
コウライガジ	(104)	マアナゴ	(216)	オビウシノシタ	(63)
コモチジャコ	(113)			ガンギエイ	(79)
サイウオ	(118)			ガンゾウビラメ	(81)
シロギス	(129)			キアンコウ	(83)
ソコハリゴチ	(143)			クロウシノシタ	(92)
チョウセンエツ	(149)			ゲンコ	(100)
チョウチョウエソ	(150)			サカタザメ	(119)
ツマリツノザメ	(154)			シビレエイ	(124)
テナガミズテング	(156)			ソウハチ	(141)
トカゲエソ	(158)			タマガンゾウビラメ	(145)
ナガサキトラザメ	(165)			ババガレイ	(184)
ネズッポ	(171)			ベロガレイ	(206)
ネズミギス	(173)			マコガレイ	(219)
ネズミゴチ	(174)			ムシガレイ	(233)
ヒョウザメ	(192)			ムラサキシタビラメ	(234)
ホシザメ	(210)			メイタガレイ	(235)
マエソ	(217)			ヤナギムシガレイ	(241)
メゴチ	(237)				
ヤキインハゼ	(240)				
ヤリヒゲ	(245)				
ワニエソ	(249)				
(カタクチイワシ,	69)				

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

Table 2-7. 体型に関する諸測定値による魚種区分
Groups of fishes classified by the measurements of body form.

Flat-circle type		Triangle-long type		Oval-oval type		Oval-long type	
アカグツ	(10)	アオミシマ	(3)	アカムツ	(15)	アオヤガラ	(4)
アブオコゼ	(20)	アカゴチ	(11)	イズカサゴ	(33)	アカカマス	(9)
アンコウ	(23)	イゴダカホデリ	(27)	イトヨリダイ	(37)	サイウオ	(118)
イザリウオ	(30)	イソキホウボウ	(34)	イワハダカ	(41)	シロギス	(129)
イトマキフグ	(36)	イネゴチ	(39)	カンダリ	(78)	チョウチョウエソ	(150)
イヌノシタ	(38)	オニカナガシラ	(61)	キグチ	(84)	ツマリツノザメ	(154)
ウチワザメ	(46)	オニゴチ	(62)	クサウオ	(88)	テナガミズテング	(156)
オビウシノシタ	(63)	カナガシラ	(70)	クログチ	(93)	トカゲエソ	(158)
ガンギエイ	(79)	カナド	(72)	クロサバフグ	(94)	ナガサキトラザメ	(165)
ガンゾウビラメ	(81)	クラカケトラギス	(89)	クロソイ	(95)	ヒョウザメ	(192)
キアンコウ	(83)	コウライガジ	(104)	コイチ	(102)	ホシザメ	(210)
クロウシノシタ	(92)	コモチジャコ	(113)	コニベ	(111)	マエソ	(217)
ゲンコ	(100)	ソコカナガシラ	(142)	シログチ	(130)	ワニエソ	(249)
サカタザメ	(119)	ソコハリゴチ	(143)	スミクイウオ	(136)	(カタクチイワシ,	69)
シビレエイ	(124)	トゲカナガシラ	(159)	セトミノカサゴ	(140)		
ソウハチ	(141)	ニラミオコゼ	(169)	テンジクダイ	(157)		
タマガンゾウビラメ	(145)	ネズッポ	(171)	ナシフグ	(167)		
ババガレイ	(184)	ネズミギス	(173)	ヒメ	(186)		
ヒメオコゼ	(187)	ネズミゴチ	(174)	ヒメジ	(189)		
ベニカワムキ	(205)	ホウボウ	(207)	ヒメスミクイウオ	(191)		
ベロガレイ	(206)	ホシセミホウボウ	(212)	フウセイ	(200)		
マコガレイ	(219)	ミシマオコゼ	(232)	ホタルジャコ	(213)		
ムシガレイ	(233)	メゴチ	(237)	ホンニベ	(214)		
ムラサキシタビラメ	(234)	ヤキインハゼ	(240)	マダラ	(222)		
メイタガレイ	(235)	ヤリヒゲ	(245)	メブトカンダリ	(238)		
ヤナギムシガレイ	(241)			ヨロイイタチウオ	(247)		
				ワニギス	(250)		
				(サワラ,	122)		
				(マサバ,	220)		
				(マルアジ,	230)		

Compressed-circle type		Compressed-long type		Oval-stick type		Compressed-stick type	
イボダイ	(40)	アカアマダイ	(5)	ゴテンアナゴ	(115)	タチウオ	(144)
カイワリ	(64)	ウマヅラハギ	(50)	ハモ	(183)		
キダイ	(85)	キントキダイ	(86)	マアナゴ	(216)		
コウライマナガツオ	(106)	チョウセンエツ	(149)				
コショウダイ	(108)	ツマリエツ	(153)				
セトダイ	(138)	マトイシモチ	(224)				
チカメキントキ	(148)						
ヒレコダイ	(199)						
マダイ	(221)						
マツカサウオ	(223)						
マトウダイ	(225)						
マナガツオ	(226)						
マルイボダイ	(231)						

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1 1.

Table 2-8. 運動形態による魚種区分
Groups of fishes classfied in consideration of the mode of locomotion.

Flat type	Oval-long type		
	Cut type	Fork type	Rhomb type
アカググツ (10)	イズカサゴ (33)	アオヤガラ (4)	カンダリ (78)
アブオコゼ (20)	イトマキフグ (36)	アカカマス (9)	キグチ (84)
アンコウ (23)	クサウオ (88)	アカムツ (15)	クログチ (93)
イザリウオ (30)	クロサバフグ (94)	イトヨリダイ (37)	クロソイ (95)
イヌノシタ (38)	セトミノカサゴ (140)	イワハダカ (41)	コイチ (102)
ウチワザメ (46)	ナシフグ (167)	スミクイウオ (136)	コニベ (111)
オビウシノシタ (63)	ヨロイイタチウオ (247)	チョウチョウエソ (150)	サイウオ (118)
ガンギエイ (79)		ツマリツノザメ (154)	シロギス (129)
ガンゾウビラメ (81)		テナガミズテング (156)	シログチ (130)
キアンコウ (83)		トカゲエソ (158)	テンジクダイ (157)
クロウシノシタ (92)		ナガサキトラザメ (165)	ホンニベ (214)
ゲンコ (100)		ヒメ (186)	メブトカンダリ (238)
サカタザメ (119)		ヒメジ (189)	
シビレエイ (124)		ヒメスミクイウオ (191)	
ソウハチ (141)		ヒョウザメ (192)	
タマガンゾウビラメ (145)		ホシザメ (210)	
ババガレイ (184)		ホタルジャコ (213)	
ヒメオコゼ (187)		マエソ (217)	
ベニカワムキ (205)		マダラ (222)	
ベロガレイ (206)		ワニエソ (249)	
マコガレイ (219)		ワニギス (250)	
マツカサウオ (223)		(カタクチイワシ, 69)	
ムシガレイ (233)		(サワラ, 122)	
ムラサキシタビラメ (234)		(マサバ, 220)	
メイタガレイ (235)		(マルアジ, 230)	
ヤナギムシカレイ (241)			

Triangle-long type	Compressed-circle type	Oval-stick type	Compressed-stick type
アオミシマ (3)	アカアマダイ (5)	ゴテンアナゴ (115)	タチウオ (144)
アカゴチ (11)	イボダイ (40)	ハモ (183)	
イゴダカホデリ (27)	ウマヅラハギ (50)	マアナゴ (216)	
イソキホウボウ (34)	カイワリ (64)		
イネゴチ (39)	キダイ (85)		
オニカナガシラ (61)	キントキダイ (86)		
オニゴチ (62)	コウライマナガツオ (106)		
カナガシラ (70)	コショウダイ (108)		
カナド (72)	セトダイ (138)		
クラカケトラギス (89)	チカメキントキ (148)		
コウライガジ (104)	チョウセンエツ (149)		
コモチジャコ (113)	ツマリエツ (153)		
ソコカナガシラ (142)	ヒレコダイ (199)		
ソコハリゴチ (143)	マダイ (221)		
トゲカナガシラ (159)	マトイシモチ (224)		
ニラミオコゼ (169)	マトウダイ (225)		
ネズッポ (171)	マナガツオ (226)		
ネズミギス (173)	マルイボダイ (231)		
ネズミゴチ (174)			
ホウボウ (207)			
ホシセミホウボウ (212)			
ミシマオコゼ (232)			
メゴチ (237)			
ヤキインハゼ (240)			
ヤリヒゲ (245)			

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

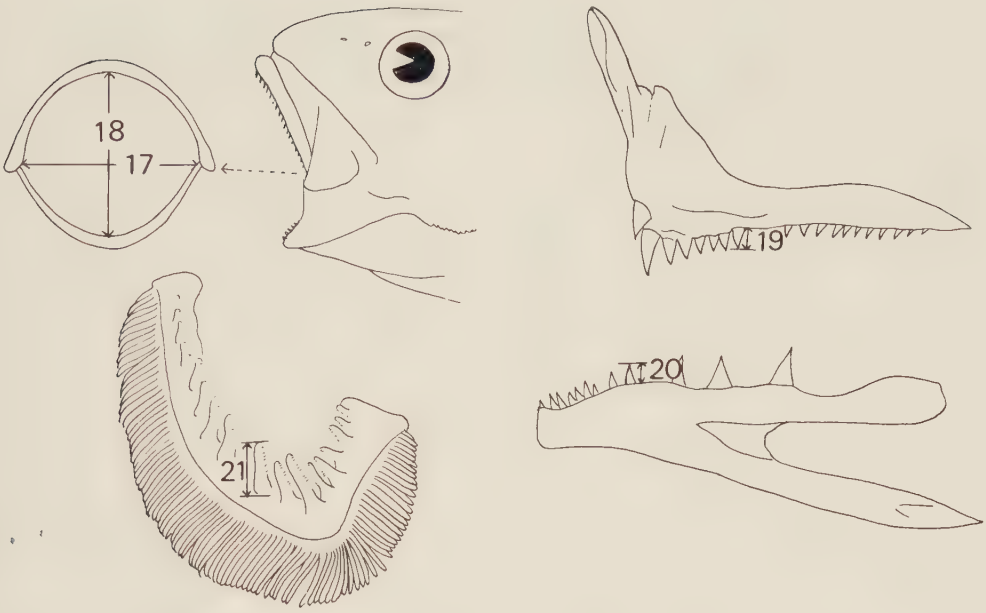


Fig. 2-19. 口，歯および鰓耙の測定部位
19：上顎歯長，20：下顎歯長，17：口裂内幅長，18：口裂高，21：鰓耙長
Dimensions measured on mouth, tooth and gill raker.
19 : Upper jaw tooth length, 20 : Lower jaw tooth length, 17 : Gape width, 18 : Gape height, 21 : Gill raker length.

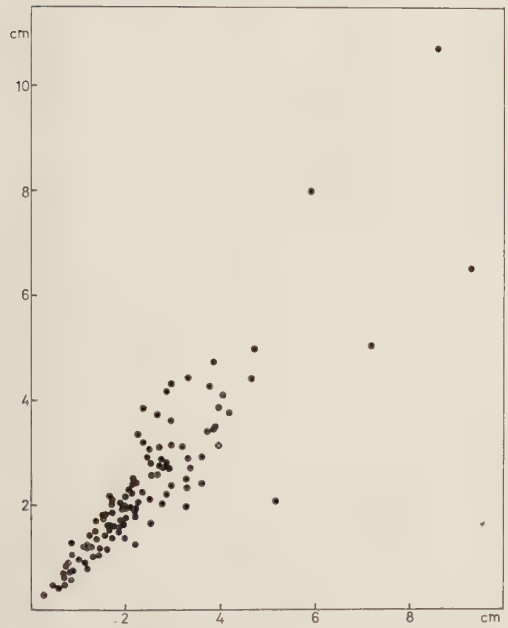


Fig. 2-20. 口の幅と高さとの関係
Relationship between gape width (abscissa) and gape height (ordinate).

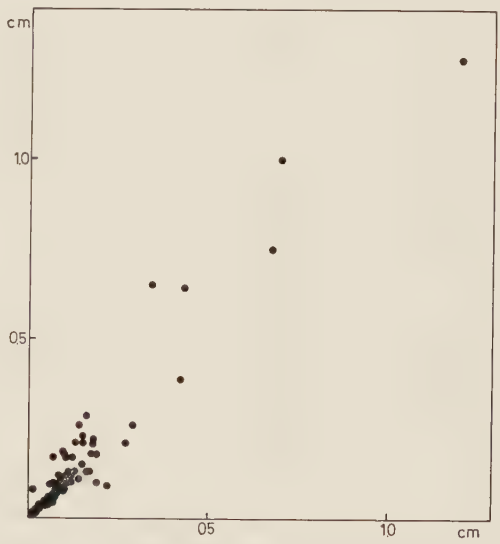


Fig. 2-21. 上顎歯長と下顎歯長との関係
Relationship between upper (abscissa) and lower jaw tooth length (ordinate).

Table 2-9. 各種の歯の有無による魚種区分組合せ順序：鰓歯，鋤骨歯，口蓋歯上咽頭歯，下咽頭歯
Groups of fishes classified by the presence of various kinds of teeth. Combination is in order of Jaw teeth, Vomerine teeth, Palatin teeth, Upper pharyngeal teeth, Lower pharyngeal teeth. Circle mark indicates teeth present and cross mark indicates teeth absent.

×××○○		○××××		○××○×		○××○○	
イソキホウボウ	(34)	ウチワザメ	(46)	イトマキフグ	(36)	アカアマダイ	(5)
ネズミギス	(173)	ガンキエイ	(79)	クロサバフグ	(94)	アカグツ	(10)
		コショウダイ	(108)	コウライマナガツオ	(106)	イゴダカホデリ	(27)
		サカタザメ	(119)	ナシフグ	(167)	イトヨリダイ	(37)
		シビレエイ	(124)	マナガツオ	(226)	イヌノシタ	(38)
		ツマリツノザメ	(154)	マルイボダイ	(231)	オニカナガシラ	(61)
		ナガサキトラザメ	(165)	メイタガレイ	(235)	オビウシノシタ	(63)
		ネズミゴチ	(174)			カナガシラ	(70)
		ヒョウザメ	(192)			カナド	(72)
		ホシザメ	(210)			カンダリ	(78)
						ガンゾウビラメ	(81)
						キグチ	(84)
						キダイ	(85)
						クサウオ	(88)
						クロウシノシタ	(92)
						クログチ	(93)
						ゲンコ	(100)
						コイチ	(102)
						コウライガジ	(104)
						コニベ	(111)
						コモチジャコ	(113)
						サイウオ	(118)

○××○○ (continued)		○×○○○		○○×○○		○○○○○	
シログチ	(130)	アカカマス	(9)	アブオコゼ	(20)	アオミシマ	(3)
セトダイ	(138)	タチウオ	(144)	ゴテンアナゴ	(115)	アカゴチ	(11)
ソウハチ	(141)	チョウチョウエソ	(150)	シロギス	(129)	アカムツ	(15)
ソコカナガラシ	(142)	テナガミズテング	(156)	セトミノカサゴ	(140)	アカヤガラ	(16)
タマガンゾウビラメ	(145)	マダラ	(222)	ハモ	(183)	イザリウオ	(30)
トゲカナガシラ	(159)			ヒメオコゼ	(187)	イズカサゴ	(33)
ネズッポ	(171)			ホウボウ	(207)	イネゴチ	(39)
ババガレイ	(184)			マアナゴ	(216)	イワハダカ	(41)
ヒレコダイ	(199)			マトウダイ	(225)	オニゴチ	(62)
フウセイ	(200)			ワニギス	(250)	カイワリ	(64)
ベニカワムキ	(205)					キアンコウ	(83)
ベロガレイ	(206)					キントキダイ	(86)
ホシセミホウボウ	(212)					クラカケトラギス	(89)
ホンニベ	(214)					クロソイ	(95)
マコガレイ	(219)					スミクイウオ	(136)
マダイ	(221)					ソコハリゴチ	(143)
マツカサウオ	(223)					チカメキントキ	(148)
ムシガレイ	(233)					チョウセンエツ	(149)
ムラサキシタビラメ	(234)					ツマリエツ	(153)
メブトカンダリ	(238)					テンジクダイ	(157)
ヤキインハゼ	(240)					トカゲエソ	(158)
ヤリヒゲ	(245)					ニラミオコゼ	(169)
						ヒメ	(186)
						ヒメジ	(189)
						ヒメスミクイウオ	(191)
						ホタルジャコ	(213)
						マエソ	(217)
						マトイシモチ	(224)
						ミシマオコゼ	(232)
						メゴチ	(237)
						ヨロイイタチウオ	(247)
						ワニエソ	(249)
						(カタクチイワシ,	69)
						(サワラ,	122)
						(マサバ,	220)
						(マルアジ,	230)

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

程度に開口し，最大開口状態になった所で口中に脱脂綿をつめて10%ホルマリンで固定した．その測定部位は Fig 2-19に示した．開口時の口の形は魚種によって異なっている．そこで開口時の口を最も良く示すものとして，その口の高さと幅を計測し，その内径を比較した（Fig. 2-20）．両者の相関は高く（0.886），やや口高が口幅より大きい魚種が多いが，ほとんどの魚種は45° 線の周辺に集中しており，開口時の魚類の口の形はほゞ円形に近いと考えられる．45° 線から離れているものを調べると，高さがより大きい側では，ハモのみが大きく離れており，アカカマス，チョウセンエツ，ワニエソ，マトウダイなどが点の分布の上辺部に位置している．幅の方が大きい魚種ではそれ程大きくずれる魚種はないが，ガンギエイ，ミシマオコゼ，アンコウなどが最も下辺部にみられる．このように開口時の口の形は円とみなしても，決定的な誤差はないものと考えられる．したがって，開口時の大きさを表わす指数として，口の高さと幅とをかけた値を体重の2/3乗値でわった値を用いることにした．

歯：歯は口によって捕えた餌生物を逃さないように保持し，確実に消化器へ送り込む役割を持っている．その他にも特殊なものとしては破砕，そしゃくなどを行なうこともあるが，ここで得られている資料にはそのような特殊化したものは認められない．しかし，魚類においては，多様な歯がみられ，それぞれ異なった機能をはたしていると考えられる．そこで各種の歯の有無の組合わせによって魚種の区分を行なった．すなわち，顎歯，助骨歯，口蓋歯，上咽頭歯および下咽頭歯の有無によって区分した．これらの5種類の歯の組合わせは32組が可能であるが，実際に認められた組合わせは7組であった．顎歯・咽頭歯のみを持つ魚種が最も多く，全ての種類の歯を有する魚種がこれに次いでいる．各区分に属する魚種を検討すると，分類学的に近縁な種は同じ区分に属する場合が多いが，生態的に異なる魚種が同一区分に含まれている場合も多く，

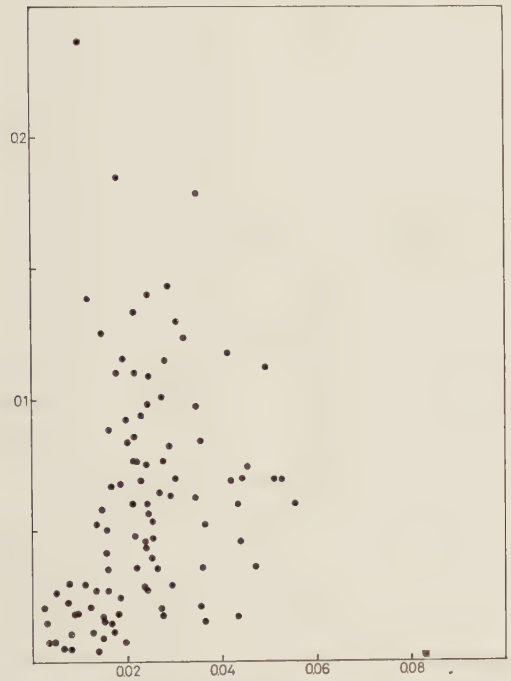


Fig. 2-22. 単位の大きさ〔体重$^{1/3}$〕当りに換算された鰓耙間隔と鰓耙長との関係
Relationship between gill raker distance (abscissa) and gill raker length (ordinate). Measurements are converted per 1/3th root of body weight.

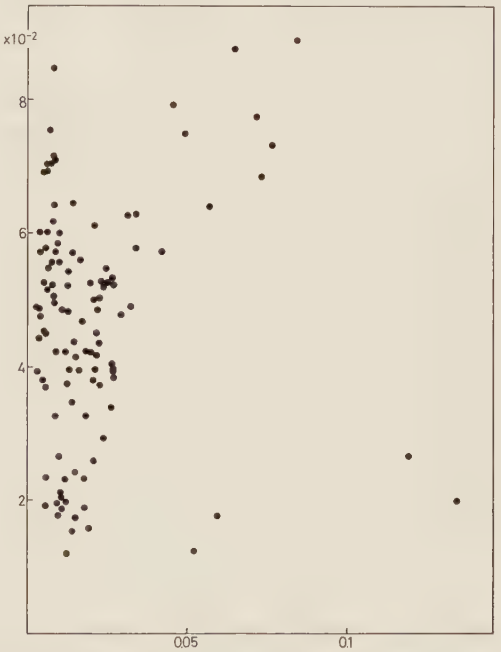


Fig. 2-23. 単位の大きさ〔体重$^{1/3}$，体重$^{2/3}$〕当りに換算された下顎歯長と開口面積との関係
Relationship between lower jaw tooth length (abscissa) and area of gape (ordinate). Measurements are converted per 1/3th root and per 2/3th root of body weight.

この区分によって捕食に関する歯の役割を表わすことには無理があると考えられる（Table 2-9）.

この多様な歯を比較した場合，餌生物を保持するという機能からみると，最も重要なのは顎歯であると考えられる．したがって，ここでは顎歯を取り上げることにする．顎歯には上顎歯と下顎歯とがある．そこでこの両者の平均歯長を比較すると，両者の相関は極めて高く（$r = 0.961$）どちらを用いても大差はないと考えられる．しかし，下顎歯がより大きい魚種が多いので下顎歯を用いることにした（Fig. 2-21）．下顎歯

Table 2-10. 口の面積と下鰐歯長との関係による魚種区分
Groups of fishes classified by the relation of gape size to lower jaw tooth length.

Large type		Dwarf type		Intermediate type			
イトマキフグ	(36)	イヌノシタ	(38)	アオミシマ	(3)	ガンギエイ	(79)
ウマヅラハギ	(50)	イボダイ	(40)	アオヤガラ	(4)	ガンゾウビラメ	(81)
クロサバフグ	(94)	オビウシノシタ	(63)	アカアマダイ	(5)	キグチ	(84)
ナシフグ	(167)	クロウシノシタ	(92)	アカカマス	(9)	キダイ	(85)
		ゲンコ	(100)	アカグツ	(10)	キントキダイ	(86)
		コウライマナガツオ	(106)	アカゴチ	(11)	クサウオ	(88)
		コショウダイ	(108)	アカムツ	(15)	クラカケトラギス	(89)
		シビレエイ	(124)	アブオコゼ	(20)	クログチ	(93)
		シロギス	(129)	イゴダカホデリ	(27)	クロソイ	(95)
		ネズッポ	(171)	イザリウオ	(30)	コイチ	(102)
		ババガレイ	(184)	イズカサゴ	(33)	コウライガジ	(104)
		ベニカワムキ	(205)	イトヨリダイ	(37)	コニベ	(111)
		ベロガレイ	(206)	イネゴチ	(39)	コモチジャコ	(113)
		マコガレイ	(219)	ウチワザメ	(46)	ゴテンアナゴ	(115)
		マナガツオ	(226)	オニカナガシラ	(61)	サイウオ	(118)
		マルイボダイ	(231)	カイワリ	(64)	シログチ	(130)
		ムラサキシタビラメ	(234)	カナガシラ	(70)	スミクイウオ	(136)
		メイタガレイ	(235)	カナド	(72)	セトダイ	(138)
		ヤナギムシガレイ	(241)	カンダリ	(78)	セトミノカサゴ	(140)

Intermediate type (continued)				Huge type		Large-mouth type	
ソウハチ	(141)	フウセイ	(200)	アンコウ	(23)	イワハダカ	(41)
ソコカナガシラ	(142)	ホウボウ	(207)	キアンコウ	(83)	オニゴチ	(62)
ソコハリゴチ	(143)	ホシザメ	(210)	チョウチョウエソ	(150)	ツマリエツ	(153)
タチウオ	(144)	ホシセミホウボウ	(212)	テナガミズテング	(156)	テンジクダイ	(157)
タマガンゾウビラメ	(145)	ホタルジャコ	(213)	トカゲエソ	(158)	マトイシモチ	(224)
チカメキントキ	(148)	ホンニベ	(214)	マエソ	(217)	マトウダイ	(225)
チョウセンエツ	(149)	マアナゴ	(216)	ワニエソ	(249)	メゴチ	(237)
ツマリツノザメ	(154)	マダイ	(221)	ワニギス	(250)	(カタクチイワシ,	69)
トゲカナガシラ	(159)	マダラ	(222)				
ナガサキトラザメ	(165)	マツカサウオ	(223)				
ニラミオコゼ	(169)	ミシマオコゼ	(232)				
ネズミゴチ	(174)	ムシガレイ	(233)				
ハモ	(183)	メブトカンダリ	(238)				
ヒメ	(186)	ヤキインハゼ	(240)				
ヒメオコゼ	(187)	ヤリヒゲ	(245)				
ヒメジ	(189)	ヨロイイタチウオ	(247)				
ヒメスミクイウオ	(191)	(サワラ,	122)				
ヒョウザメ	(192)	(マサバ,	220)				
ヒレコダイ	(199)	(マルアジ,	230)				

Figures in parentheses indicies number in Suppl. table 1-1.

長を体重の立方根でわった値を下顎の大きさを示す指数とした．

鰓耙：鰓耙は浮遊生物を捕食する魚種にあっては，極めて重要な捕食器官であることは周知の事実である．この鰓耙について検討する前に鰓弓長と体重の立方根との関係を求め，鰓そのものの魚種による大きさの相違について検討した．両者の関係はほゞ比例関係にあるが，相関は余り高くない（r＝0.559）．鰓弓長の大きいのはカタクチイワシ，イワハダカ，タチウオ，マサバ，テナガミヅテング，ワニギス，マエソ，ツマリエツ，アオヤガラなどであり，小さい魚種はサメ・エイ類およびフグ類である．全体的にみると，浮遊生物食とみなされている魚種の鰓弓長は長いように思われるがそれほど明確ではない．

次に鰓耙長と鰓耙間隔との関連を検討した．それぞれ体重の立方根でわった値を比較すると，両者間の相関は低い（r＝0.182；Fig. 2-22）．図表の右下，すなわち長い鰓耙が密生している魚種としてはカタクチイワシ，マサバ，イワハダカ，マルアジ，チョウセンエツ，カイワリ，ツマリエツ，ヒメスミクイウオなどがあり，逆に短かい鰓耙が疎生するものとしてはアカカマスが極端な位置にあり，ワニエソ，ヒョウザメ，ソコカナガシラ，マナガツオ，アブオコゼ，ヤリヒゲ，アオミシマ，ゴテンアナゴなどがあげられ，概略的な傾向としては大型の餌を捕食するものは図表の右に，小型の餌生物を対象とする魚種は左に位置しているようにみえるが，マナガツオが右端付近に位置しているなど，必ずしも全ての魚種がそのような法則に従がってはいないことがわかる．鰓耙の大きさを表わす指数としては鰓耙長を体重の立方根でわった値を用いることにした．

捕獲器官による区分：捕獲に関連する3つの器官の間の関係に基づいて，各魚種がどのように区分されるか検討することにする．先ず，口と歯との関係をみる．前述したそれぞれの大きさを表わす指数（口高×口幅／体重$^{2/3}$，下顎歯長／体重$^{1/3}$）を図表に乗せると，各魚種の作る点は比較的明瞭に5つの群に分離する（Fig. 2-23）．これを両器官の大小によって表わすと，口小歯大群，口小歯小群，口中歯小群，口大歯小群および口大歯大群である．これらに属する魚種名を Table 2-10に示した．

次に歯と鰓耙との関係を同様に描くと，各点は両座標軸に沿って分布する．すなわち，両者の関係は逆比例関係にあり，それらの点の外辺はXY＝Cで表現される形を示す．すなわち，この両者の関係は相補的であることがわかる（Fig. 2-24）．これらの点も比較的明瞭に点の集団が分離している．その分離部分によって区分すると，4つの集団に分かれる．すなわち，鰓耙型，歯型，中間型および両者とも未発達な群（矮小型）である．これらの各型に属する魚種名を Table 2-11 に示した．

残された関係として口と鰓耙との関係があるが，歯と鰓耙との関係が逆比例の関係にあることからも推測されるように，この両者の関係は，口と歯の関係を裏返したものとほゞ一致している．そこでこの関係は特に取り上げないこととした．

捕獲器官に基づく魚種区分を求めるために前述の2つの区分表を比較した．口と歯との関係に基づく区分は，口小歯大群や口大歯大群のように，それらの各区分に属する魚種の特徴がよく示されている区分もあるが，その他の区分ではそれほどよく特徴を示していな

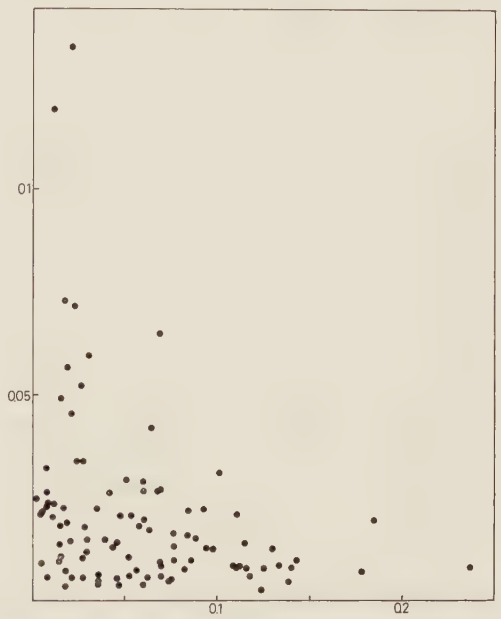


Fig. 2-24. 単位の大きさ（体重$^{1/3}$）当りに換算された鰓耙長と下顎歯長との関係
Relationship between gill raker length (abscissa) and lower jaw tooth length (ordinate). Measurements are converted per ⅓th root of body weight.

Table 2-11. 下鰐歯長と鰓耙長との関係による魚種区分 *鰓耙のない魚種
Groups of fishes classified by the relation of lower jaw tooth length to gill racker length. * Species without gill racker.

Tooth type		Gill raker type		Intermediate type		Dwarf type	
アンコウ*	(23)	イワハダカ	(41)	アカアマダイ	(5)	アオミシマ	(3) ソコカナガシラ (142)
イトマキフグ	(36)	カイワリ	(64)	アカムツ	(15)	アオヤガラ*	(4) ソコハリゴチ (143)
ウマヅラハギ	(50)	カンダリ	(78)	イボダイ	(40)	アカカマス	(9) トゲカナガシラ (159)
キアンコウ*	(83)	キントキダイ	(86)	ガンゾウビラメ	(81)	アカグツ	(10) ニラミオコゼ (169)
クロサバフグ	(94)	チカメキントキ	(148)	キグチ	(84)	アカゴチ	(11) ネズッポ (171)
タチウオ	(144)	チョウセンエツ	(149)	キダイ	(85)	アブオコゼ	(20) ネズミゴチ (174)
チョウチョウエソ	(150)	ツマリエツ	(153)	クログチ	(93)	イゴダカホデリ	(27) ハモ* (183)
テナガミズテング	(156)	テンジクダイ	(157)	クロソイ	(95)	イザリウオ	(30) ババガレイ (184)
トカゲエソ	(158)	ヒメスミクイウオ	(191)	コイチ	(102)	イズカサゴ	(33) ヒメオコゼ (187)
ナシフグ	(167)	ホタルジャコ	(213)	コニベ	(111)	イトヨリダイ	(37) ヒメジ (189)
マエソ	(217)	マツカサウオ	(223)	コモチジャコ	(113)	イヌノシタ*	(38) ヒョウザメ (192)
ワニエソ	(249)	マトイシモチ	(224)	シロギス	(129)	イネゴチ	(39) ベニカワムキ (205)
ワニギス	(250)	メブトカンダリ	(238)	シログチ	(130)	オニカナガシラ	(61) ベロガレイ (206)
		(カタクチイワシ,	69)	スミクイウオ	(136)	オニゴチ	(62) ホシセミホウボウ (212)
		(マサバ,	220)	セトダイ	(138)	オビウシノシタ	(63) マアナゴ (216)
		(マルアジ,	230)	ソウハチ	(141)	カナガシラ	(70) マコガレイ (219)
				タマガンゾウビラメ	(145)	カナド	(72) マトウダイ (225)
				ヒメ	(186)	クサウオ	(88) マナガツオ (226)
				ヒレコダイ	(199)	クラカケトラギス	(89) マルイボダイ (231)
				フウセイ	(200)	クロウシノシタ*	(92) ミシマオコゼ (232)
				ホウボウ	(207)	コウライガジ	(104) ムラサキシタビラメ* (234)
				ホンニベ	(214)	コウライマナガツオ	(106) メイタガレイ (235)
				マダイ	(221)	コショウダイ	(108) メゴチ (237)
				マダラ	(222)	ゴテンアナゴ	(115) ヤナギムシガレイ (241)
				ムシガレイ	(233)	サイウオ	(118) ヤリヒゲ (245)
				ヤキインハゼ	(240)	サメ・エイ類*	(175) ヨロイイタチウオ (247)
				(サワラ,	122)	セトミノカサゴ	(140)

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

い．特に，口大歯小群では生態が大きく異なるものが一括されている．

それに対して歯と鰓耙との関係に基づく区分は，いずれの区分もほぼ無理のない集団を形成している．この事実から推測すると，餌生物の捕獲器官としては歯および鰓耙が主要な役割をはたしているものと考えられる．口を単にその大きさで示した場合には，口の役割としては最も基本的な餌生物の通過孔としての働きのみが取り上げられたことになる．口については，その他にも，その咬む力や開口時にみられる伸長機構など多くの機能があるが，これらを量的に比較することは非常に難かしく，この研究においては取り上げ得なかった．したがって，ここでは捕獲に関与する器官としては歯と鰓耙を取り上げることとし，捕獲器官に基づく魚種区分としては，この両者によって得られた区分を用いることにした．しかし，口と歯との関係における口小歯大群は，他の魚種とは非常に離れて，フグ類のみからなり，分類学的にもまとまっている．また，歯と鰓耙との関係においても歯群にまとめられている．したがって，この口小歯大群に属する4魚種を，歯群の亜区分としてまとめることにした．

4) 消化器官の形態

捕らえられた餌生物は，消化器官へ送られて消化吸収される．消化に関与する器官は多いが，ここでは直接食物に接触する胃，腸および幽門垂を消化器官として取りあげることにした．これらの器官は，これまで計測された多くの器官と異なり柔組織であるため，固定時の状態によってその形が変化する．特に，餌生物

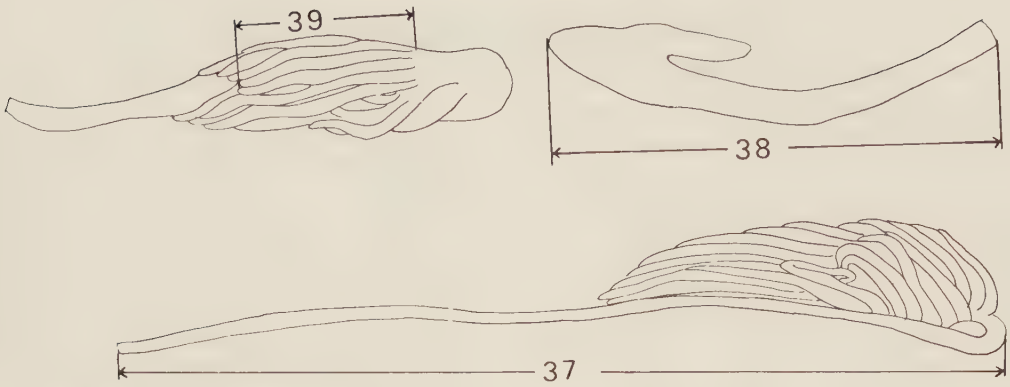


Fig. 2-25. 胃および幽門垂の測定部位
37：腸長，38：胃長，39：幽門垂長
Dimensions measured on stomach, intestines and pyloric caecum.
37 : Intestines length, 38 : Stomach length, 39 : Pyloric caecum length.

をその中に持っている胃や腸では，その餌生物の量によって，その形も変化する．そこで標本としては，その中に餌生物を含まない空腹時の魚体を用いることにした．腸管はほとんどの魚種において屈曲しているので，この屈曲をほぐし直線状にしてその長さを計った（Fig. 2-25）．また，幽門垂の盲管は様々な形状に分岐しているが，ここでは分岐数をもって盲管数とした．

胃と腸とによる区分

胃長および腸長を体重の立方根でわり，その数値をそれぞれ座標に乗せると，両者の関係は余り明瞭ではないが，ほゞ反比例していることがわかる．ほとんどの点は原点付近に集まるが，この集団から両座標軸方向に，明確に分離する若干の点が認められる（Fig. 2-26）．すなわち，胃が相対的に大きな群，腸が長い群およびどちらにも偏らない中間群である．大部分の魚種が中間群に属しているが，これらの点の分布状態から，これらの群をさらに分割することは難しい．したがって．胃と腸の大きさの比較に基づく区分としては胃型，腸型および中間型の3区分に分けることにした（Table 2-12）．

幽門垂は分岐している．したがって，その大きさを表わすためには，その盲管の長さとともにその管数をも考慮して，両者の積を用いるのがよいと考えられる．しかし，概括的な傾向として管数が増加すれば各盲管が細くなるため，この積の値には管数の増加の効果がより大きく作用するが，適切な補正法がみあたらないのでここでは管数と平均盲管長との積を体重の立方根でわった数値を，幽門垂の大きさを表わす指数として比較に用いることにした．

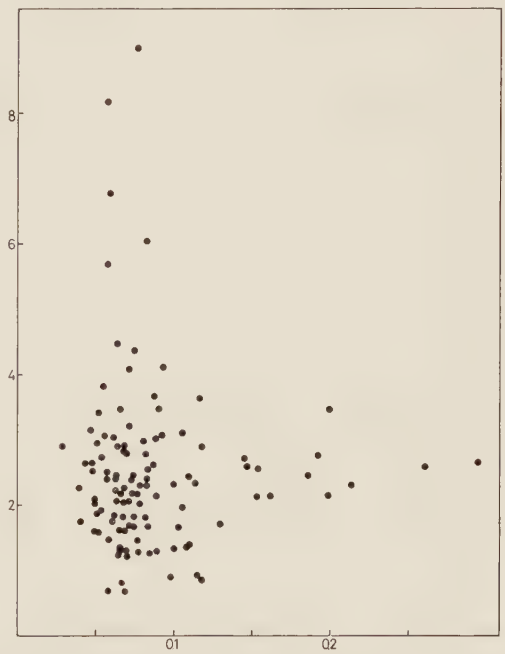


Fig. 2-26. 単位（体重$^{1/3}$）当りに換算された胃腸と腸長との関係
Relationship between stomach length (abscissa) and intestines length (ordinate). Measurements are converted per cubic root of body weight.

Table 2-12. 胃長と腸長との関係による魚種区分
Groups of fishes classified by the relation of stomach length to intestines length.

Stomach type	Intestines type	Intermediiate type		
アオヤガラ (4)	アカグツ (10)	アオミシマ (3)	クロウシノシタ (92)	ババガレイ (184)
ゴテンアナゴ (115)	コウライマナガツオ (106)	アカアマダイ (5)	クログチ (93)	ヒメ (186)
タチウオ (144)	マナガツオ (226)	アカカマス (9)	クロサバフグ (94)	ヒメオコゼ (187)
チョウチョウエソ (150)	マルイボダイ (231)	アカゴチ (11)	クロソイ (95)	ヒメジ (189)
ツマリツノザメ (154)	ヨロイイタチウオ (247)	アカムツ (15)	ゲンコ (100)	ヒメスミクイウオ (191)
トカゲエソ (158)		アブオコゼ (20)	コイチ (102)	ヒレコダイ (199)
ナガサキトラザメ (165)		アンコウ (23)	コウライガジ (104)	フウセイ (200)
ハモ (183)		イゴダカホデリ (27)	コショウダイ (108)	ベニカワムキ (205)
ヒョウザメ (192)		イザリウオ (30)	コニベ (111)	ベロガレイ (206)
ホシザメ (210)		イズカサゴ (33)	コモチジャコ (113)	ホウボウ (207)
マアナゴ (216)		イソキホウボウ (34)	サイウオ (118)	ホシセミホウボウ (212)
マエソ (217)		イトマキフグ (36)	サカタザメ (119)	ホタルジャコ (213)
ワニエソ (249)		イトヨリダイ (37)	シビレエイ (124)	ホンニベ (214)
(サワラ, 122)		イヌノシタ (38)	シロギス (129)	マコガレイ (219)
		イネゴチ (39)	シログチ (130)	マダイ (221)
		イボダイ (40)	スミクイウオ (136)	マダラ (222)
		イワハダカ (41)	セトミノカサゴ (140)	マツカサウオ (223)
		ウチワザメ (46)	セトダイ (138)	マトイシモチ (224)
		ウマヅラハギ (50)	ソウハチ (141)	マトウダイ (225)
		オニゴチ (62)	ソコハリゴチ (143)	ミシマオコゼ (232)
		オビウシノシタ (63)	ソコカナガシラ (142)	ムシガレイ (233)
		オニカナガシラ (61)	タマガンゾウビラメ (145)	ムラサキシタビラメ (234)
		カイワリ (64)	チョウセンエツ (149)	メイタガレイ (235)
		カナガシラ (70)	チカメキントキ (148)	メゴチ (237)
		カナド (72)	ツマリエツ (153)	メブトカンダリ (238)
		カンダリ (78)	ツマリツノザメ (154)	ヤキインハゼ (240)
		ガンギエイ (79)	テナガミズテング (156)	ヤナギムシガレイ (241)
		ガンゾウビラメ (81)	テンジクダイ (157)	ヤリヒゲ (245)
		キアンコウ (83)	トゲカナガシラ (159)	ワニギス (250)
		キグチ (84)	ナシフグ (167)	(カタクチイワシ, 69)
		キダイ (85)	ニラミオコゼ (169)	(マサバ, 220)
		キントキダイ (86)	ネズッポ (171)	(マルアジ, 230)
		クサウオ (88)	ネズミギス (173)	
		クラカケトラギス (89)	ネズミゴチ (174)	

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

胃および腸との比較においては，特に明確な区分は得られなかった．幽門垂の管数の分布をみると，極端に多いものが7魚種（1000以上，マナガツオ，サワラ，100以上，マサバ，イボダイ，コウライマナガツオ，マダラ）あり，それ以外の魚種は1つの群にまとまっている．先に示した指数についてみると，この7魚種にさらに7魚種（カタクチイワシ，カマス，カイワリ，マルアジ，ツマリエツ，タチウオ，マルイボダイ）を除く，その他の魚種は1つの集団を形成しており分離しえない．このため幽門垂とその他の器官との関係は，幽門垂の分布状態によって規定され，その他の器官の特性を加えることができないことが理解される．

幽門垂の多い魚種には浮遊生物食のものが多く認められることから，幽門垂と鰓耙との関係が問題にされるが，盲管数と鰓耙数，幽門垂の盲管長と鰓耙長との関係には全く相関（$r=-0.019$）が認められなかった．

胃の型と幽門垂の有無による区分

魚類の胃の形は，魚種によって非常に異なるが，数

Table 2-13. 胃型と幽門垂の有無とによる魚種区分
Groups of fishes classified by the shape of stomach and the presence of pyloric caecum.

ト shape type

With Pyloric caecum				Without Pyloric caecum	
アオミシマ	(3)	タチウオ	(144)	アオヤガラ	(4)
アカカマス	(9)	チョウチョウエソ	(150)	アカアマダイ	(5)
アカゴチ	(11)	テナガミズテング	(156)	アカグツ	(10)
アカムツ	(15)	テンジクダイ	(157)	アブオコゼ	(20)
アンコウ	(23)	トカゲエソ	(158)	イザリウオ	(30)
イズカサゴ	(33)	ニラミオコゼ	(169)	イソキホウボウ	(34)
イネゴチ	(39)	ヒメ	(186)	ゴテンアナゴ	(115)
イボダイ	(40)	フウセイ	(200)	ハモ	(183)
オニゴチ	(62)	ホタルジャコ	(213)	マアナゴ	(216)
カンダリ	(78)	ホンニベ	(214)		
キアコウ	(83)	マエソ	(217)		
キグチ	(84)	マダラ	(222)		
クサウオ	(88)	マトイシモチ	(224)		
クログチ	(93)	マトウダイ	(225)		
クロソイ	(95)	ミシマオコゼ	(232)		
コイチ	(102)	メゴチ	(237)		
コウライガジ	(104)	メブトカンダリ	(238)		
コニベ	(111)	ヤリヒゲ	(245)		
サイウオ	(118)	ヨロイイタチウオ	(247)		
シロギス	(129)	ワニエソ	(249)		
シログチ	(130)	ワニギス	(250)		
ソコハリゴチ	(143)	(サワラ,	122)		

レ shape type		Globe type		Tube type	
With Pyloric ceacum		With Pyloric ceacum		Without Pyloric ceacum	
イゴダカホデリ	(27)	ガンゾウビラメ	(81)	イトマキフグ	(36)
イトヨリダイ	(37)	コウライマナガツオ	(106)	イヌノシタ	(38)
イワハダカ	(41)	タマガンゾウビラメ	(145)	ウマヅラハギ	(50)
オニカナガシラ	(61)	ババガレイ	(184)	ヤキインハゼ	(240)
カイワリ	(64)	マコガレイ	(219)	オビウシノシタ	(63)
カナガシラ	(70)	マナガツオ	(226)	クロウシノシタ	(92)
カナド	(72)	マルイボダイ	(231)	クロサバフグ	(94)
キダイ	(85)	ムシガレイ	(233)	ゲンコ	(100)
キントキダイ	(86)	メイタガレイ	(235)	コモチジャコ	(113)
クラカケトラギス	(89)	ヤナギムシガレイ	(241)	ソウハチ	(141)
コショウダイ	(108)			ナシフグ	(167)
スミクイウオ	(136)			ネズッポ	(171)
セトダイ	(138)			ネズミゴチ	(174)
セトミノカサゴ	(140)			ベニカワムキ	(205)
ソコカナガシラ	(142)			ベロガレイ	(206)
チカメキントキ	(148)			ムラサキシタビラメ	(234)
チョウセンエツ	(149)				
ソマリエツ	(153)				
トゲカナガシラ	(159)				
ネズミギス	(173)				
ヒメオコゼ	(187)				
ヒメジ	(189)				
ヒメスミクイウオ	(191)				
ヒレコダイ	(199)				
ホウボウ	(207)				
ホシセミホウボウ	(212)				
マダイ	(221)				
マツカサウオ	(223)				
(カタクチイワシ,	69)				
(マサバ,	220)				
(マルアジ,	230)				

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

個の型に分類することができる．その型については色々なものが考えられるが，諸種の検討の結果4つの型にまとめた．すなわち，ト型，レ型，丸型および直結型である．サメ・エイ類は独自の型を示すのでこれらの区分対象から除いた．この胃の型と幽門垂の有無との比較を行なうと，幽門垂のない魚種は直結型の魚種全部とト型の魚種の一部のみであった（Table 2-13）．この型による区分によって，先に示した胃と腸との関係に基づく区分における中間群の分離を試みたが，いずれの胃型の魚種も中間群の中に均等に分布しており，この群を細分することはできなかった．したがって，消化器官に基づく区分としては，胃と腸とに基づく区分を用いることにした．

2 魚種区分による群集構造の解析

1) 魚種区分の相互関係

捕食に関する魚類の行動を4つの過程に分け，それぞれの過程において働く諸器官について検討し，その中で最も主要な役割をはたしていると推定される器官に基づいて魚種を幾つかの群に区分した．そこで各過程における区分によって，同じ性質を示すものとしてまとめられた魚種を比較して，捕食行動全体にかかわる魚種の区分を行なうことにする．

捕獲器官・消化器による区分の比較

先ず，最も関係の深い器官である．両器官に基づいて求められた区分の比較を行なった．両区分とも，各器官がともに矮小型に属する魚種が多い．特に，消化器官の場合にはその傾向が著しく，それ以外の区分に属する魚種は19魚種に過ぎない．歯型と胃型，鰓耙型と腸型の間に若干の魚種の重なりが認められるが，その重複の程度は小さい．しかしながら，基本的な分類の方向としては，同じ区分基準によって分けられていると考えられるので，餌生物との関連をよりよく示していると判断される捕獲器官に基づく区分でもって，両過程に関与する器官に基づく魚種区分を代表させることにした．

運動器官・捕獲器官による区分の比較

運動器官に基づく区分は8区分，捕獲器官のそれは4区分である．そこで運動器官による区分において，捕獲器官の各区分に属する魚種がどのように配置されるかを検討した．先ず，鰓耙型についてみるとこの型に属する魚種は3区分（楕円長型，正尾・側偏丸型，菱・側偏丸型）にのみみられる．この3区分はいずれも遊泳性の比較的高い型に相当している．次に，歯型についてみると5区分と多くの区分に散らばっている．しかし，歯型のうち特殊な形態であるフグ類とタチウオを除くと最も運動性の強い楕円・長・正尾型と最も運動性の弱い偏平型に2分される．中間型および矮小型はほゞ全区分に認められる．特に，偏平型および三角・長型は，アンコウ類を除いて全てこの両型によって占られている．以上のような両区分の関連に基づいて両者の特性を合せた新たな区分を作ることにした．

先ず，前述の概略的な分類からはずれるものを，特殊型として分離する．すなわち，アンコウ類，フグ類，タチウオ類がこれに当る．この他に楕円延長型として特殊な運動形態を示し，捕獲器官においても矮小型にまとまっている，ハモ・アナゴ類も特殊型に加えることにする．三角・丸型は，運動器官による区分をそのまゝ生かすことにした．残された運動器官の4区分に属する魚種をまとめ，捕獲器官の区分によって再区分することにした．以上の5区分に分けられた各魚種は，それぞれの区分内において，その生態的な特性がほゞ一致していることがわかる．たゞマナガツオおよびイボダイ類が捕獲器官において中間・矮小型に属するためグチ類などと同じ区分に含まれている．したがって，これら4種も先に分離した特殊型に加えることにした．そうしてこの5組の特殊型の魚種は，前述の5区分のうちその生態的特性が最もよく一致すると考えられる区分にそれぞれ含め，亜区分とすることにした．すなわち，アンコウ類とハモ・アナゴ類は偏平型，タチウオを楕円・長・中間型に加えることにした．さらに若干問題があるが，特に著しい形態的な差も認められないためベニカワムキをフグ類に加えて，マナガツオ・イボダイ類とともに楕円・長・鰓耙型に含めることにした．

運動・捕食器官および感覚器官による区分の比較

前項の5区分に属する各魚種が，感覚器官による区分ではどのように分けられているかを調べた．先ず，嗅覚型の魚種についてみるとホシザメとナガサキトラザメを除く全魚種が偏平型に所属している．一方，視覚型に属する魚種は全ての区分に散在するが，三角・長型および楕円・長・鰓耙型に多い．この両区分の状況から判断して，前項の5区分を特に変更する理由は

Table 2-14. 運動および餌の捕捉様式による魚種区分
Groups of fishes classified by the mode of locomotion and food capturing.

Ⅰ. Sedate-repose type		Ⅱ. Sedate-stroll type		Ⅲ. Natatory-pursuit type	
ガンゾウビラメ	(81)	アオミシマ	(3)	アカカマス	(9)
ソウハチ	(141)	アカゴチ	(11)	チョウチョウエソ	(150)
タマガンゾウビラメ	(145)	イゴダカホデリ	(27)	テナガミズテング	(156)
ムシガレイ	(233)	イソキホウボウ	(34)	トカゲエソ	(158)
アカグツ	(10)	イネゴチ	(39)	マエソ	(217)
アブオコゼ	(20)	オニカナガシラ	(61)	ワニエソ	(249)
イザリウオ	(30)	オニゴチ	(62)	ワニギス	(250)
イヌノシタ	(38)	カナガシラ	(70)		
ウチワザメ	(46)	カナド	(72)		
オビウシノシタ	(63)	クラカケトラギス	(89)		
ガンギエイ	(79)	コウライガジ	(104)		
クロウシノシタ	(92)	コモチジャコ	(113)		
ゲンコ	(100)	ソコカナガシラ	(142)		
サカタザメ	(119)	ソコハリゴリ	(143)		
シビレエイ	(124)	トゲカナガシラ	(159)		
ババガレイ	(184)	ニラミオコゼ	(169)		
ヒメオコゼ	(187)	ネズッポ	(171)		
ベロガレイ	(206)	ネズミギス	(173)		
マコガレイ	(219)	ネズミゴチ	(174)		
ムラサキシタビラメ	(234)	ホウボウ	(207)		
メイタガレイ	(235)	ホシセミホウボウ	(212)		
ヤナギムシガレイ	(241)	ミシマオコゼ	(232)		
Special type		メゴチ	(237)		
アンコウ	(23)	ヤキインハゼ	(240)		
キアンコウ	(83)	ヤリヒゲ	(245)		
Special type					
ゴテンアナゴ	(115)				
ハモ	(183)				
マアナゴ	(216)				

Ⅳ. Natatory-dash type				Ⅴ. Drifted-collection type	
アオヤガラ	(4)	Special type		イワハダカ	(41)
アカアマダイ	(5)	ツマリツノザメ	(154)	カイワリ	(64)
アカムツ	(15)	ナガサキトラザメ	(165)	カンダリ	(78)
イトヨリダイ	(37)	ヒョウザメ	(192)	キントキダイ	(86)
キグチ	(84)	ホシザメ	(210)	チカメキントキ	(148)
キダイ	(85)	Special type		チョウセンエツ	(149)
クサウオ	(88)	タチウオ	(144)	ツマリエツ	(153)
クログチ	(93)	(サワラ,	122)	テンジクダイ	(157)
クロソイ	(95)			ヒメスミクイウオ	(191)
コイチ	(102)			ホタルジャコ	(213)
コショウダイ	(108)			マツカサウオ	(223)
コニベ	(111)			マトイシモチ	(224)
サイウオ	(118)			メブトカンダリ	(238)
シロギス	(129)			Special type	
シログチ	(130)			イボダイ	(40)
スミクイウオ	(136)			コウライマナガツオ	(106)
セトダイ	(138)			マナガツオ	(226)
セトミノカサゴ	(140)			マルイボダイ	(231)
ヒメ	(186)			(カタクチイワシ,	69)
ヒメジ	(189)			(マサバ,	220)
ヒレコダイ	(199)			(マルアジ,	230)
フウセイ	(200)			Special type	
ホンニベ	(214)			イトマキフグ	(36)
マダイ	(221)			ウマヅラハギ	(50)
マダラ	(222)			クロサバフグ	(94)
マトウダイ	(225)			ナシフグ	(167)
ヨロイイタチウオ	(247)			ベニカワムキ	(205)

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

Table 2-15. 捕食様式による魚種区分を用いて類別された群集別魚種組成の比較
Comparison of species composition between associations by the types of fishes which are classified by the mode of feeding shown in Table 2-14.

Type	Common species	Yellow Sea association	East China Sea association
I	アブオコゼ (20) メイタガレイ (235) オビウシノシタ (63) ハモ (183)	キアンコウ (83) マアナゴ (216) ムシガレイ (233) ヤナギムシガレイ (241) マコガレイ (219) ソウハチ (141) (ヒラメ, 195) (ホシガレイ, 209) ムラサキシタビラメ (234) クロウシノシタ (92) (コウライアカシタビラメ, 105) (アカエイ, 6) 35.3%	アンコウ (23) ゴテンアナゴ (115) (ハナアナゴ, 182) ガンゾウビラメ (81) タマガンゾウビラメ (145) ベロガレイ (206) イヌノシタ (38) ゲンコ (100) ヒメオコゼ (187) イザリウオ (30) ガンギエイ (79) ウチワザメ (46) サカタザメ (119) シビレエイ (124) アカグツ (10) 18.1%
II		ヤキインハゼ (240) カナガシラ (70) ホウボウ (207) コウライガジ (104) (コチ, 109) 14.7%	コモチジャコ (113) オニカナガシラ (61) トゲカナガシラ (159) ソコカナガシラ (142) カナド (72) イゴダカホデリ (27) ホシセミホウボウ (212) イソキホウボウ (34) ミシマオコゼ (232) アオミシマ (3) ニラミオコゼ (169) イネゴチ (39) メゴチ (237) アカゴチ (11) オニゴチ (62) ソコハリゴチ (143) クラカケトラギス (89) ネズミギス (173) ネズッポ (171) ネズミゴチ (174) ヤリヒゲ (245) 25.3%
III		テナガミズテング (156) 2.9%	ワニエソ (249) マエソ (217) トカゲエソ (158) チョウチョウエソ (150) オキエソ (57) アカカマス (9) ワニギス (250) 8.4%
IV	シログチ (130) タチウオ (144) シロギス (129)	キグチ (84) フウセイ (200) ホンニベ (214) コイチ (102) コニベ (111) クロソイ (95) マダイ (221) マダラ (222) クサウオ (88) 26.5%	クログチ (93) イズカサゴ (33) セトミノカサゴ (140) (カサゴ, 66) ヒレコダイ (199) キダイ (85) コショウダイ (108) セトダイ (138) アカムツ (15) (ゲンロクダイ, 101) ヨロイイタチウオ (247) サイウオ (118) ヒメ (186) スミクイウオ (136) ツマリツノザメ (154) ホシザメ (210) シオイタチウオ (123) イトヨリダイ (37) ヒメジ (189) アオヤガラ (4) マトウダイ (225) アカアマダイ (5) ヒョウザメ (192) ナガサキトラザ (165) 28.9%
V	ツマリエツ (153)	コウライマナガツオ (106) ナシフグ (167) (トラフグ, 163 シマフグ, 125) カンダリ (78) メブトカンダリ (238) チョウセンエツ (149) (カタクチイワシ, 69) 20.6%	マナガツオ (226) イボダイ (40) マルイボダイ (231) クロサバフグ (94) イトマキフグ (36) ウマヅラハギ (50) ベニカワムキ (205) ホタルジャコ (213) ヒメスミクイウオ (191) テンジクダイ (157) マトイシモチ (224) テッポウイシモチ (155) キントキダイ (86) チカメキントキ (148) カイワリ (64) イワハダカ (41) 19.3%

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. 1-1.

ないように考えられる．たゞ，ナガサキトラザメとホシザメに弱嗅覚型に属するツマリツノザメ，ヒョウザメを加えた4種を，楕円・長・中間型に所属させたままタチウオと同様に，特殊型として亜区分することにした．

以上の検討の結果，形態特性に基づく捕食型として5区分を設けることにした．そうして，その特性にしたがって，それぞれ着底静止型（Ⅰ型），着底這行型（Ⅱ型），遊泳追跡型（Ⅲ型），遊泳突進型（Ⅳ型）および漂泳収集型（Ⅴ型）とすることにした（Table 2-14）．

2）　魚種区分による群集別魚種組成の比較

捕食に関与する諸形態に基づいて，各魚種を5つの型に区分した．各群集を構成する魚種が，この区分によってどのように分割されるかを検討し，各群集の特性を明らかにする．東シナ海・黄海の群集は4つに分けられたが，ここでは群集の特性を明確にするため，大別して黄海と東シナ海との比較を行なうことにした．黄海に分布するA群集と，東シナ海を代表するものとしてC群集を取り上げることにした．各魚種の分布をみると，分布範囲の明確な魚種もあるが，分布の中心をはずれた海域で，散発的に漁獲されている魚種もあることがわかる．これらの散発的に漁獲されている資料は，偶然的な分布であると考え，この考察から除外することにした．また，各群集において，比較的重要な構成種であるが，形態的な検討資料として取り上げ得なかった魚種が若干認められる．すなわち，A群集ではアカエイ，コチ，ヒラメ，トラフグ，シマフグ，マフグ，ホシガレイおよびコウライアカシタビラメがこれにあたり，C群集においてはテッポウイシモチ，シオイタチウオ，カサゴ，オキエソ，ゲンロクダイおよびハナアナゴがあげられる．これらの魚種の非常に近縁な魚種の形態特性が，前述の諸検討によって明らかにされており，いずれもそれらの近縁種と形態的には類似していると考えられるので，これらの近縁種との関連において参考的に取り扱うことにする．

先に示した形態特性に基づく魚種区分によって，両群集の構成種を分類し，それぞれ形態的に類似する魚種を対応させて排列し，Table 2-15 に示した．両群集とも対応種のない種は少ないが，その対応種の種類数はほとんどの組合わせにおいてC群集が多い．

先ず，区分Ⅰ型について検討する．両群集にまたがって分布している魚種（共通種）として，4魚種があげられているが，その分布の中心部についてみると，アブオコゼは黄海南部，メイタガレイおよびオビウシノシタは東シナ海の北部域にあると考えられる．ハモの分布の中心は東シナ海中部にあるが，その分布は広く黄海中部域にまで及んでいるため，ここでは両群集の共通種に含めた．形態特性は調査されていないが，この型に属すると考えられる重要魚種としてアカエイ，ヒラメ，ホシザメ，コウライアカシタビラメ（以上A群集）．ハナアナゴがある．これは調査されている近縁種と形態的に大きな相違はないと考えられるのでそれぞれの対応種に含めて考察する．アカグツの近縁種はA群集にはないが，アカグツの捕食に関する形態的特性はエイ類に近似しているので，アカグツをエイ類に含めると，この型における両群集の構成は一致しているとみなすことができる．

次いでⅡ型に属する両群集の魚種を比較すると，ヤキインハゼとコモチジャコにみられるような極めて密接な対応種もあるが，一方コウライガジ，ミシマオコゼ類，ネズッポ類およびヤリヒゲのように対応する魚種のないものも多い．この型には共通種はなく，各魚種とも分布範囲は狭いことがわかる．併せて近縁種の種類数が多く，形態的分化が著しいことが推測される．特に，C群集のカナガシラ類およびコチ類は多くの種類数を含んでいる．また．イソキホウボウは特殊な形態をしており，他と余り類似していないが，ここではホウボウ類に加えた．

Ⅲ型は，最も運動性に富み，最も積極的な捕食生態を持つと推測されるが，両群集に対応種が全く認められない．対応種がないと考えるよりも，むしろA群集にはこの型の魚種が欠落していると判断した方が，現実の群集構造を正確にいいあらわしているといえよう．A群集におけるこの型の唯一の魚種であるテナガミズテングは，その資源量も小さく肉質・骨格も軟弱で，C群集で同型に属するエソ類・カマス類に比べて運動性において非常に劣っていると推測される．したがって，この型の形態的特性をエソ類・カマス類で代表させた場合には，A群集にはこの型に属する魚種は認められないことになる．

Ⅳ型に含まれる魚種の数は最も多く，その形態も多様である．共通種のうちタチウオが最も広く分布し，シロギスは東シナ海中部域がその分布の南限であり，

A群集に中心があると考えられる．この外に現在は資源量が減少して分布範囲が狭くなり，共通種には含まれなくなっているが，資源量が多かった時期には両群集にまたがって分布していた魚種としてキグチ，クログチ，ホンニベがあげられる．対応種についてみるとグチ類，かサゴ類，タイ類は，その構成種が多様ではあるが，一応それぞれの群集でまとめることができる．A群集で残された魚種はマダラとクサウオである．捕食に関する形態では主要な部分が類似しているので，この両種を合せて一つの群とする．C群集において，この群と対応すると考えられるものにヨロイイタチウオ・シオイタチウオがある．また，魚体は小さいが形態的にはサイウオもこの群に加えられる．口の大きさ，体型の点からツマリツノザメ，ホシザメ，ヒメおよびヒメスミクイウオもこの群に含めることにする．残された魚種はC群集の7魚種であり，4つの群にまとめることができる．いずれも非常に特殊な形態または生態を有する魚種といえる．

V型には特殊型が2組含まれており，その各々の組は両群集に対応する種を持っている．共通種としてツマリエツがあるが，シロギスやアブオコゼと同様に，その分布の中心は黄海域にあり，C群集において占める位置は低い．A群集ではこのツマリエツを含めて考えるとカンダリ類およびエツ類とに分けられる．カンダリ類に対応するC群集の魚種としてはホタルジャコ，ヒメスミクイウオ，テンジクダイ，マトイシモチがあげられる．エツ類に対応する魚種はC群集にはみあたらない．形態的には異なっているが，生態的には近縁な関係にあるものとしてキントキダイ，チカメキントキおよびカイワリがあげられる．C群集のイワハダカに対応する魚種がA群集にはない．生態的にはカタクチイワシが対応しているものと推測される．

以上の検討結果を概観すると，種類数には非常に相違するものがあるが，両群集のほとんどの魚種は捕食に関与する形態的特性の類似した対応種を持っていることがわかる．

各型に属する魚種数の各群集ごとの百分率をTable 2-15の各欄の下部に示した．東シナ海・黄海には，この表に記載されていない底魚類も多いが，それらの魚種は量的には極めて少なく，主要な魚種はほゞ全魚種が取り上げられていると考えられる．そこで各型に所属する魚種数の割合をみると，両群集に著しい差がある．A群集はI型に属する魚種が特に多い．その内容をみると異体類がその主体を占めていることがわかる．II，III型はA群集が少なく，IV，V型の割合は両群集ともほとんど変らない．各型の均衡という点から考えると，特に指摘しなければならない重要な相違点は，最も活動的なIII型の魚種が，A群集にほとんど認められないことであろう．この相違の生物学的な意義や，さらに詳細な比較は，生態的な構造を明らかにした上で行なうことにする．

捕食に関与している諸器官によって，群集構造の解析を試みてきた．この研究のように，多種多様な魚類の複雑な相互関係を明らかにするためには，様々な特性によってこれらの魚種を区分しなければならない．それらの特性の中でも最も重要なものの一つが捕食器官の諸形態である．しかし，これら諸形態の比較研究において，特に指摘しなければならない点は，各器官のいずれの形質も連続的に変化しており，質的な比較結果のみからでは，区分の境界を客観的に定めることが極めて難かしいことにある．そこで質的な性質を，それを代表すると考える各器官の特定部位の測定値によって置き換えて比較する方法を用いた．しかし，この形質を代表する部位の決定を正確かつ適確に行なうためには，その器官の捕食における役割と，器官の各部分の働きとその機構とに関する詳細な知見が必要である．捕食に関与する諸形態の研究は，魚類の捕食に関する研究には欠かせない分野であり，魚類の捕食行動という見地に立った器官の形態の研究が，さらに進められなければならないであろう．

Ⅲ　捕食生態による群集構造の解析

1　採集時の餌生物と捕食者との関係

1)　餌生物としてのプランクトン類の分布

この調査においては，調査対象としての魚類はトロール網によって漁獲され，それと平行的に，餌生物であるプランクトン類および小型魚類・甲殻類等は，稚魚ネットおよびトロール網に取り付けたカバーネットによって採集された．資料の均一性の保持と資料数の確保という相反する要求を同時に満すために，トロール網のえい網時間は1時間と定められた．すなわち，トロール網によって漁獲された資料は，幅ほゞ20m，長さ約5kmの面積の海底から1時間をかけて漁獲されたものであり，時間的空間的にある幅をもった資料である．しかし，各々の資料の分析に際しては，これらの時空的な幅を考慮することは不可能であり，同一地点・同一時刻に採集されたものとして一括して取り扱かわれることになる．一方，それらの捕食者の餌生物であるプランクトン類は，海底上10～20mの層の10分間えい網によって採集された．したがって，これらのプランクトンの採集資料とトロール採集資料との相対関係について検討しておくことが必要である．

水平分布

先ず水平分布について検討する．プランクトン類の分布様式上重要であると考えられる2地点を選び，1974年11月の調査において，海底上10～20m層のプランクトンの連続採集を行なった．農林漁区288区（A点）および532区（B点）の2点において，口径2mの稚魚ネットを用いて，1回10分のえい網による採集を連続的に5回行なった．各回のえい網は，全体としてできるだけ一直線上に並ぶように行った．採集されたプランクトンの種類組成を求め，MORISHITA[49]の類似度指数（C_λ）* を用いて各採集次間の比較を行なった．

稚魚ネットの採集物は，採集後直ちにホルマリンで固定された．採集量が極めて多い場合には（1kg以上），全湿重量を計量し，その一部分を採集・標本とした．固定標本は水洗後ろ紙でろ過かし，付着した水分を充分に除いた後，湿重量を計量し種類別に選別した．

選別された各種類の分類学上の基準は一様でなく，種まで判定されたものから，亜綱で一括されているものまで様々である．これらの標本をさらに詳細に分類することは可能であろうが，総ての種類を種の段階まで同定することは筆者らの能力を超えた作業であり，またこの調査の目的からみて，総ての採集物を種まで同定することが必須の条件であるとは考えられない．すなわち，魚類が種まで識別して捕食しているとは考えられず，餌生物の価値という観点からは，種まで分類する必要は少ないと判断される．特に，餌生物としてのプランクトン類の組成の比較という観点からは，同じ器具によって同じ方法で採集し，同一の基準で分類されたものであれば，調査の目的に充分にかなっていると考えられる．比較に用いたプランクトン類の分類項目は次の18項目である．

マルソコシラエビ，オキアミ目，アミ目，クラゲノミ亜目，ヤムシ科，ユメエビ科，サルパ目，等脚目，介形目，かい脚亜綱，シャコ（幼生），カニ（幼生），ヒドロ虫目，ダンゴイカ科，稚貝，稚エビ，稚魚，その他．

採集次ごとの湿重量を比較すると，B地点では余り大きな差はなく，最大と最小の重量比は2倍以下に過ぎず，採集次間には差がないと考えられる．A地点では各資料がそれぞれ2，3回目，1回目，4，5回目の3群に分かれ，最大と最小の重量比が3.6倍になっている．これらの3つの群別に各回の種類別採集量を比較してみると，採集数が各回とも100個体を越えている種類ではこのような大きな差は認められない．100個体以下で大きな差を示す種類は，稚魚類とイカ類である．この両者は他の種類に比べて1個体の重量が著しく大きく，この両者の採集量の差が，そのまゝ全体の湿重量の差として現われたものと考えられる．また，これらの重量の差の現われ方はそれぞれ最大重量が2回目，最小が4回目の採集次に得られており，平均に最も近い重量が1回目に得られているなど，その採集量の変化には法則性がなく，この重量差は偶然的なものと判断される（Table 3-1）．

* $C_\lambda = \dfrac{2\sum n_1 \cdot n_2}{(\lambda_1+\lambda_2)N_1 \cdot N_2}$, $\lambda_1 = \dfrac{\sum n_1(n_1-1)}{N_1(N_1-1)}$

Table 3-1. プランクトンの水平的逐次採集標本における種類組成の類似度
Degree of simirality (C_λ) between species compositions of zoo-plankton by successive holizontal sampling.

Station A (Statistical area 228)

Tow No.	Degree of similarity (C_λ)				Number of species grouped	Sample wet weight (g)
	2	3	4	5		
1	0.966	0.950	0.988	0.983	19	39.5
2		0.996	0.992	0.994	20	62.5
3			0.995	0.990	20	51.8
4				0.999	21	17.3
5					18	19.4

Station B (Statistical area 532)

Tow No.	Degree of similarity (C_λ)				Number of species grouped	Sample wet weight (g)
	2	3	4	5		
1	0.516	0.859	0.913	0.946	18	18.8
2		0.649	0.526	0.615	17	15.1
3			0.950	0.960	21	18.2
4				0.991	21	23.4
5					22	27.9

次に採集次ごとの出現種類数をみると，A地点では18〜21種類，B地点では17〜22種類と採集次の間に大きな差はない．そこで両地点の各採集資料間の類似度指数を比べてみると，B地点の第2回目の採集資料を除いて，各資料間とも高い値を示した．特に，A地点では総ての資料間で類似度が0.95以上を示しており，これらの資料はほとんど同じ種類組成を持っていると考えることができる．唯一つだけ若干低い類似度を示すB地点の第2回目の採集資料は，出現種類数および湿重量ともに最も少なく，他の資料と全体的に若干相違しているようにみえる．しかし，この資料は2回目の採集によって得られたものであり，この採集を挟んでその前後の4回の採集資料間の類似度はいずれも高い値を示している．したがって，この資料の他資料に対する相違は採集に伴う誤差であると考えられよう．

以上の結果から，海底上10〜20m層のプランクトンの水平分布は，少なくともトロール網のえい網距離に当る3カイリの範囲内ではほぼ一様であり，急激な組成変化はないと判断される．

垂直分布および日周期変化

プランクトン類が，昼夜に垂直移動を行なっていることはよく知られている．この調査においては，主に日出時と日没時とに捕食魚の採集を行なった．したがって，トロール網えい網時におけるプランクトンの垂直分布を調べて置く必要があろう．

調査点として2地点（C地点：30°-30′ N, 125°-00′ E, D地点：32°-15′ N, 125°-45′ E）を選び，1978年6月に口径2mの中層稚魚網による層別採集を行った．採集時刻としては本調査における資料採集時刻を考慮して7.00, 12.00, 17.00, 22.00を設定し，えい網時間は10分，えい網層は10m間隔に定めた．採集は同一地点で2回実施し，1日目は浅い層から深い層へ，2日目は逆に深い層から浅い層の順序でえい網を行なった．水深はC地点は55m，D地点は79mであり，C地点は10,20,30および40mの4層，D地点は10,20,35,50,60,70mの6層の採集を行なった．採集物の処理および同定基準は先に述べたものと同じである．最底層の同時刻の2回の採集物を平均した結果がTable 3-2に示されている．

主な採集物の時刻別垂直分布をみると，両地点とも同様な傾向を示している．多くの種類は昼間は海底付近に分布し，夜間は全層に拡がるが，表層ほど高い密度で分布するという移動様式を示す．このような動きが極めて顕著な種類としてはマルソコシラエビ，オキ

Table 3-2. プランクトンの時刻別底層採集標本における種類組成の類似度
Degree of simirality (C_λ) between species compositions of zoo-plankton by bottom layer sampling by the time in a day.

Station C (Statistical area 308, depth 40 m)

Time	Degree of similarity (C_λ)				Sample wet weight (g)
	12	17	22	Mean	
7	0.741	0.638	0.710	0.848	55.5
12		0.528	0.712	0.811	53.5
17			0.880	0.870	76.5
22				0.946	103.4

Station D (Statistical area 286, depth 70 m)

Time	Degree of similarity (C_λ)				Sample wet weight (g)
	12	17	22	Mean	
7	0.591	0.989	0.998	1.000	206.4
12		0.656	0.558	0.609	245.3
17			0.979	0.992	119.7
22				0.996	361.3

アミ，かい脚類などの甲殻類があげられ，これらの種類は夜間の22時以外の時刻では中層域以浅の層からはほとんど採集されない．これらの種類ほど極端ではないが，同様な移動様式を示すものにヤムシ類，小型のクラゲ類，貝類の幼生および稚魚類がある．サルパ類もほゞ同じ移動様式を示すが，時刻的なずれが認められ，朝の7時に表層域から最も多く採集されている．これらに対して，時刻によって各層の分布密度にほとんど変化のない種類としては，シャコ類の幼生とカニ類の幼生があげられる．この両種類は，夜間には若干表層の密度が高くなるが，昼間にはほゞ同じ量が各層から採集されている．

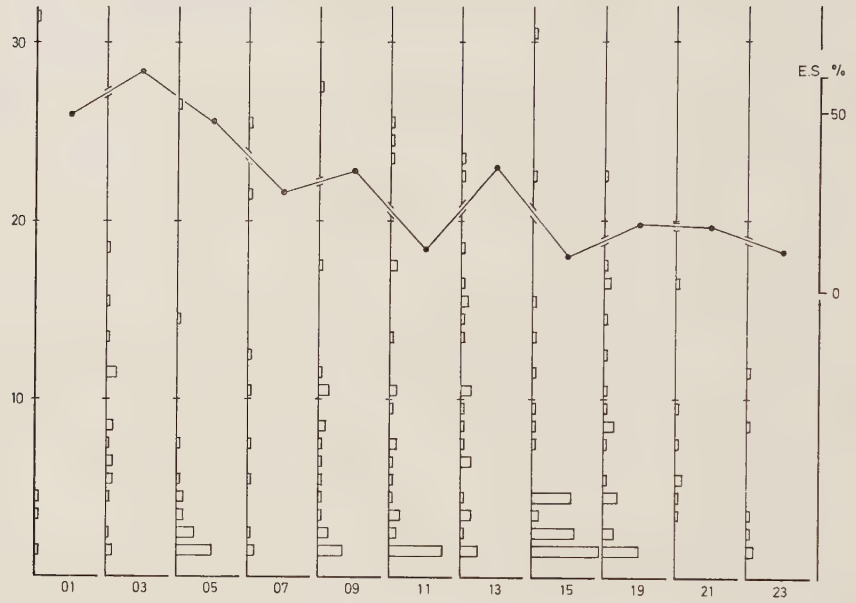
次に類似度指数（C_λ）を用いて，種類組成を層別に比べてみると，当然ながら22時の採集資料は各層とも非常に高い類似度を示すが，その他の時刻では類似度は余り高くない．底魚類の生息域に近接している最も深い層からの採集資料の類似度を時刻別に比較すると，D地点の12時の組成がその他の時刻に対して若干の差を示しているが，他の3時刻は高い類似度を示しており，この層の種類組成には時刻で差はないと考えられる．

この最底層からの採集物の総湿重量をみると，いずれの時刻とも大きな差はないが，両地点とも22時が最も多い．22時にはこれらの諸動物は全層に拡散し，むしろ表層に多く分布する種類もあるが，その影響はそれほど大きくはなく，海底に沈下し密集しているとみられる昼間よりも多量に採集されている．このことから，これらの動物群は昼間には海底より僅かに上の層に，非常に濃密に分布していると考えられる．したがって，夜間に浮上し，全層にほゞ均等に分散した場合の方が，総ての採集層で密度が高くなると判断される．

以上の結果から餌生物としてのプランクトン類は，昼間海底付近に密集し，底魚類の餌料となっていることがわかる．夜間には全水深層に拡散するが，その種類組成は水深によってほとんど異なることはない．魚種によっては夜間に浮上することが知られているが，夜間には総ての層で昼間の海底における種類組成とほぼ同じ組成を示しており，それらが捕食の対象とするプランクトン類の組成には大きな相違はないと考えてよいであろう．

底魚類の餌生物としてのプランクトン類の分布についての検討を行なったが，その主要な種類の分布は水平的にも垂直的にも比較的安定しており，その種類組成には急激な差はないと推測され得る．したがって，この調査における各調査点のトロール網のえい網範囲内においては，それらの分布はほゞ一様であると考えてよいであろう．

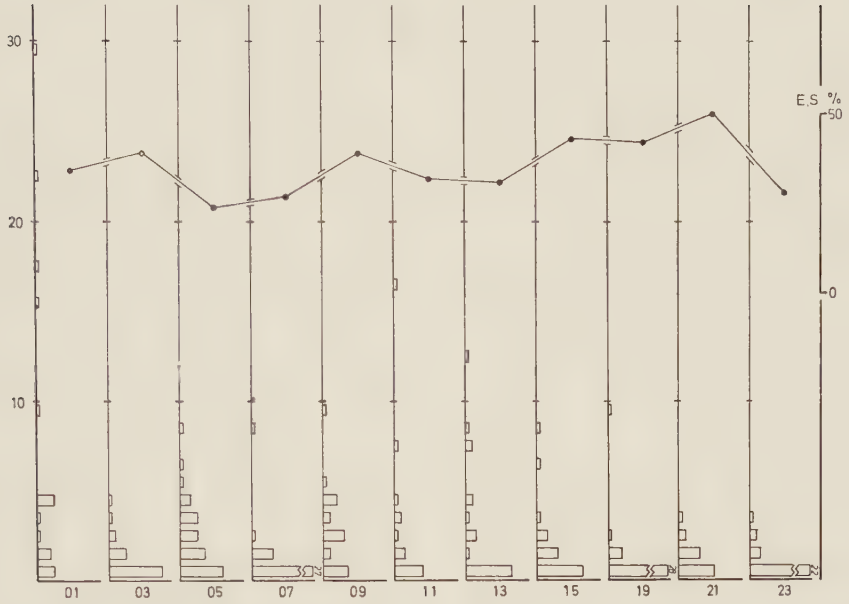
タチウオ (*Trichiurus lepturus*)



ワニエソ (*Saurida wanieso*)

Fig. 3-1. 胃内容物および空胃率 (E. S.) の時刻別変化
Change of the amount of stomach contents (in grams) and the percentage occurrence of empty stomach (E. S.) with time.

ミシマオコゼ (*Uranoscopus japonicus*)



ヤリヒゲ (*Coelorhynchus multispinulosus*)

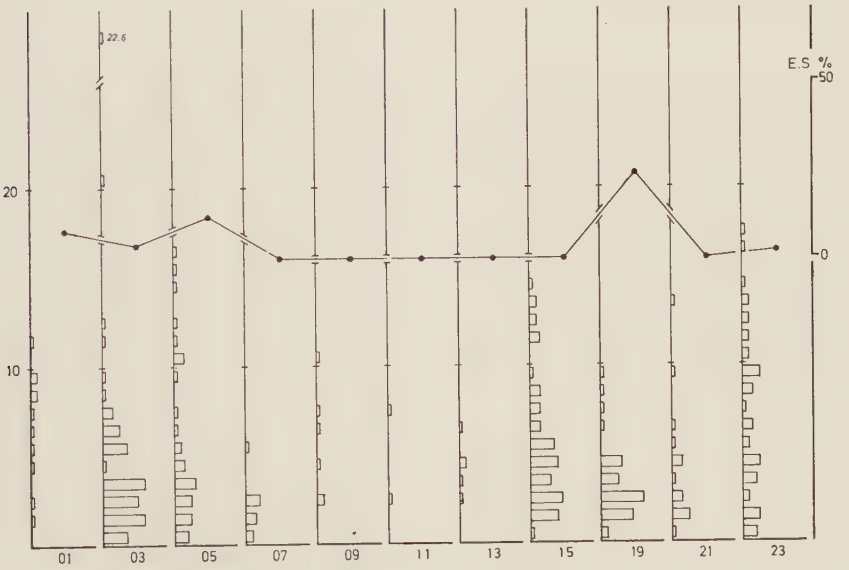


Fig. 3-1 (continued)

2) 摂餌の日周期変化

魚類が種々の行動において日周期的な変化を繰返していることは広く知られており，捕食の日周期に関しても多くの報告がなされている．これらの報告によると，魚類の捕食活動は日出前後および日没前後の数時間において最も盛んに行なわれるとされているものが多い．しかし，多くの日周期的な活動が，魚種によってその周期的変化の様式とその変化幅の大きさに差が認められるように，当然捕食活動の日周期も総て一様ではないと考えられる．そこで捕食活動の日周期的変化を調べるため，各調査次に同一地点で等時隔ごとの連続採集を行なった．調査点としては資料数を確保するという観点から漁獲の多い地点を設定し，時隔としては2および3時間となるように設定し，2昼夜にわたって実施した．実際の調査は，4および6時間間隔に行ない，2日目の時刻が1日目の時隔の中央になるように設定した．得られた標本の胃内容物重量を測定し，時刻別に捕食量および空胃率を求めた．胃の中に種類の判定の可能な固形物が残っていないものを空胃とした．

総ての時刻から相当数の資料が得られている魚種は少なく，捕食の周期性の検討が詳細に行うことができた魚種はタチウオ，ワニエソ，ミシマオコゼ，ヤリヒゲの4魚種のみであった（Fig. 3-1）．

タチウオ：調査次によって捕食個体数に著しい差があるが，全体的な傾向はいずれの調査次においてもほゞ同じであった．最も資料数の多い第3次調査の資料について検討する．各時刻とも胃内容物重量10 g以下の個体が大部分を占めている．そこで，10 g以上の胃内容物を有する個体を捕食後余り時刻を経過していない個体であると考えて，これらの個体を中心に考察することにする．胃内容物重量が10 gを超える個体が含まれていないのは，採集個体数も少ない夜間の1時の資料のみである．このことから推測すると，タチウオは空腹時には何時でも捕食すると考えられる．しかし，全体的な傾向から判断すると，多量に捕食している個体は昼間に多く，特に胃内容物重量が10 gを超えている個体は13時に最も多い．また，空胃率の時刻別変化をみると，夜間に高く昼間に低い傾向が認められるが，夜間の21，23時にも低い値が認められ，明瞭な周期性が認められるとはいい難い．1970年に実施したタチウオの標識放流の際に行なわれた，一本釣りによるタチウオの採集において，集魚燈の点燈下ではあるが，夜間20時から翌朝の5時までほゞ均等に漁獲され，その間漁獲されたタチウオが多量のカタクチイワシ稚魚を捕食していたことが確認されている．このような事実からタチウオは随時捕食を行なっているが，昼間においてやや盛んになると推定される．

ワニエソ：一定の周期を示すような変化傾向は認められない．胃内容物重量の大きな個体が比較的多く認められる時刻もあるが，その前後の時刻に採集された資料の胃内容物重量は，大体において小さく，採集の対象となった小群の状態の差がそのまゝ資料に現われていると考えられる．空胃率も時刻によって余り変化せず，いずれの時刻でも50%内外を示している．近縁種のマエソの変化傾向も同様である．以上のことからエソ類は群として定まった時刻に捕食するのではなく個体がそれぞれの状況に応じて偶然的に捕食していると考えられる．

ミシマオコゼ：資料中，多量捕食個体が最も多く出現するのは1時であり，次いで多いのは13時である．この事実からは12時間周期で昼・夜の2回の捕食盛期があるようにみえるが，夜間の他の時刻には胃内容物重量が5 gを超える個体はない．1時の資料を除いて全体の傾向をみると，この魚種の捕食は昼間に行なわれ，その最も盛んな時刻は12時頃であると考えられる．しかし，空胃率の変化には特に周期性は認められず，ミシマオコゼには特定の捕食の盛期はないと考える方が妥当であろう．

ヤリヒゲ：胃内容物の重量組成には時刻的に比較的明確な山と谷が認められるが，その谷に相当する昼間には採集資料数が他の時刻に比べると著しく少ない．すなわち，昼間はトロール網のえい網範囲外に逸脱して余り漁獲されないと考えられる．しかし，5時・15時には胃内容物重量の高い個体が多く出現しており，ここにみられる変化が本種の分布生態および捕食の周期性を示すと考えるには若干の疑問が残る．

これらの魚種の捕食機構に関する時刻別変化傾向を考慮しながら，幾つかの時刻で欠測のみられるなど充分な資料が得られなかったその他の魚種の時刻別捕食傾向を検討したが，特に明瞭な周期性があると判断された魚種はなかった．そこで捕食と密接に関連していると推測される魚類の日周期的垂直移動を知るために，漁獲量の時刻変化を調査した．トロール網および

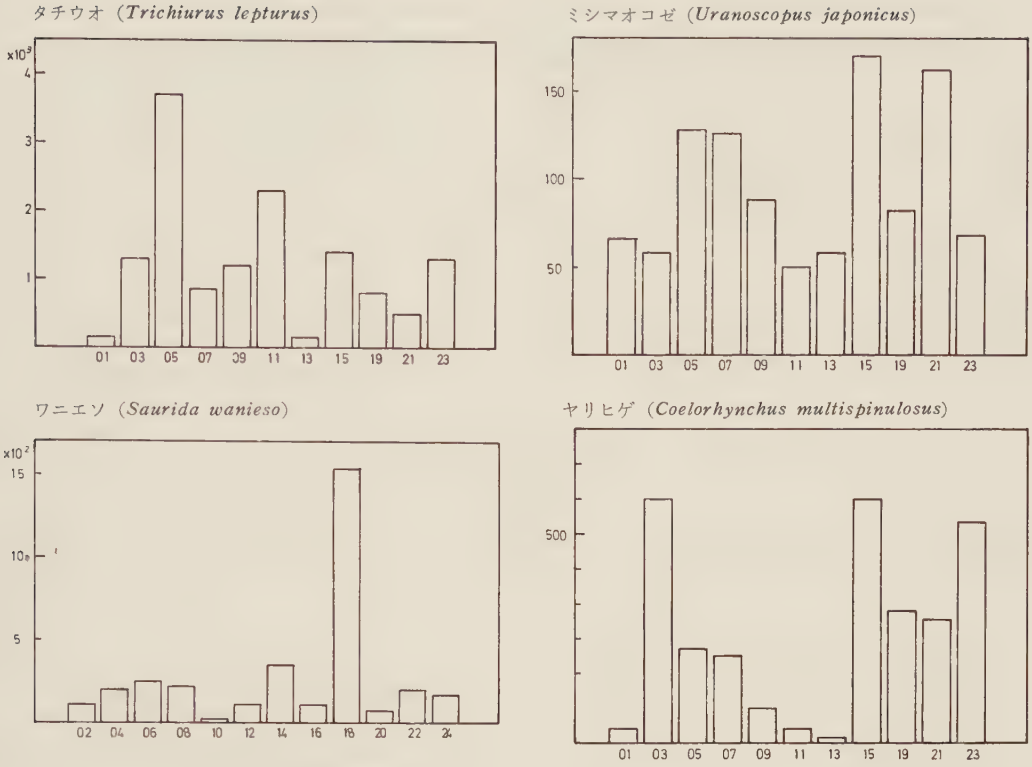


Fig. 3-2. 時刻別漁獲尾数
Change of catch (in grams) by trawl net with time.

カバーネットによって漁獲された全尾数を検討資料として取り扱いうるため使用した資料数は多いが，胃内容物重量の場合と同様に明確な周期性の認められる魚種はなかった．漁獲量の山と谷とが1ないし2回繰返された魚種もあるが，最大値の前後に最小値があるなど，その変動は不規則なものが多い．特に，捕食の時刻変化を示した4魚種に関しては，両時刻変化に共通する変動傾向は認められなかった（Fig. 3-2）．

以上の結果について考察すると，いずれの魚種においても捕食行動に群として明確な日周期性は認められないが，多くの魚種は昼間により多く捕食を行なっていると考えられる．この調査においては，日出時・日没時の採集によって得られた資料を用いているが，それらの時刻は多くの魚種での捕食行動においてほゞ平均的な時刻に当るものと推測される．しかし，以後の考察においては日出時・日没時の資料は識別しながら検討を進めることとした．

3) 測定尾数と胃内容物中の餌生物の種類数との関係

1個体の胃内容物中に出現する餌生物の種類数は，たとえその個体が飽食個体であっても，その魚種が対象としている餌生物群の一部分を示すに過ぎない．したがって，各魚種が捕食している餌生物組成を明らかにするためには多数の資料を調べる必要があるが，資料数はほとんどの魚種において充分とはいえない．そこで，各魚種が捕食している餌生物組成を明らかにするために必要な最小調査尾数を検討しなければならない．そのために，累積測定尾数とその測定によって胃内容物中に認められた餌生物の累積種類数との関係を調べた．

胃の中から得られるほとんどの餌生物は消化がある程度進んでおり，総ての資料がさまざまな程度に損傷している．その損傷の程度は，小型の餌生物や，骨や外殻のない種類ほど著しい，したがって，小型のものや体に硬質の部分の少ない動物は，非常に特徴的な部

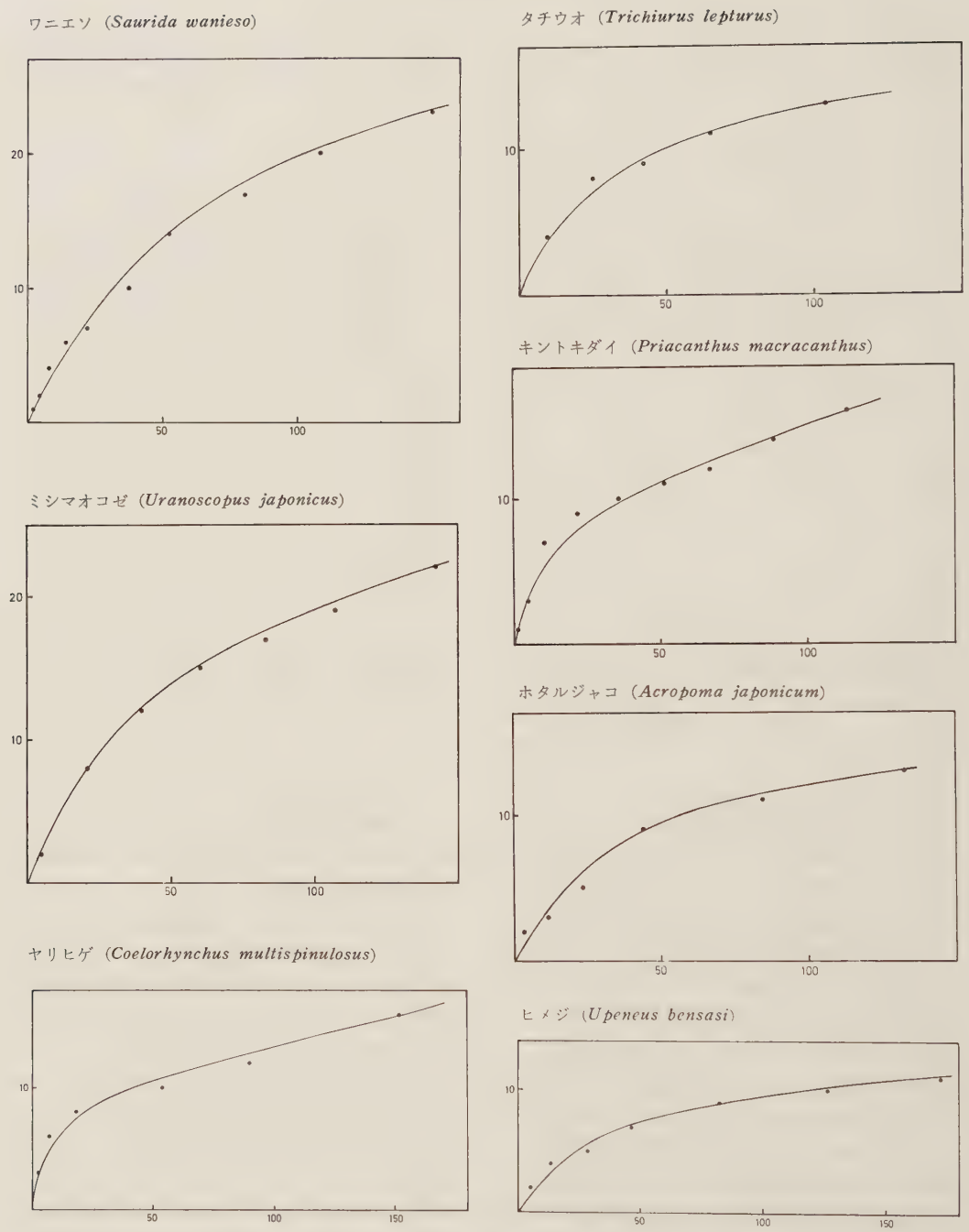


Fig. 3-3. 標本の累積尾数と胃内容物中の出現種類数との関係
Relationship between cumulative number of specimens (abscissa) and number of species observed in stomach contents (ordinate).

Table 3-3. 測定尾数当り胃内容物中の種類数の累積出現率
Ratio of number of species observed in stomach contents per cumulative number of specimens.

Species number	魚種名 (Species name)	Ratio of cumulative number of specimens		
		50	100	150
249	ワニエソ	0.778	0.889	1.000
	(種, in species)	0.609	0.826	1.000
232	ミシマオコゼ	0.636	0.909	1.000
	(種, in species)	0.636	0.818	1.000
144	タチウオ	0.866	0.933	1.000
84	キグチ	0.677	0.833	0.944
86	キントキダイ	0.687	0.937	1.000
189	ヒメジ	0.727	0.813	0.909
245	ヤリヒゲ	0.625	0.813	1.000
213	ホタルジャコ	0.643	0.857	1.000
41	イワハダカ	0.687	0.937	1.000
mean	平均	0.696	0.877	0.984

Figures in column of species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

分形態を持つもの以外詳細な種類の査定を行ない得ない．一方，魚類・エビ類・カニ類など大型で硬い骨や殻を持っているものは，その種の特徴を示す体の一部が残っておれば詳細な査定を行ないうる場合が多い．このように餌生物の種類によって査定基準が異なることは，種類数の出現状況を明らかにするためには好ましくない．何らかの一定の基準を設ける必要があろう．

査定の基準は，その餌生物が捕食者の捕食に占めている重要度にしたがって定められることが最良であろうが，そのような生態学的，生理学的な知見はまだ得られていない．したがって，ここでは分類学的な基準を用いることにした．稚魚ネットによって採集されたプランクトンおよび胃内容物の査定の実状を考慮して，総ての餌生物の種類の分類基準としては「目」を用いることにした．しかし，標本が小型で消化破損を受けやすいかい脚類については亜綱でまとめた．一方，端脚目と十脚目は，胃内容物として比較的多量に出現し，その識別も比較的容易であり，その生態も異なっているので両種類とも亜目の段階まで分類した．

各調査次に実施した同一地点における時刻別採集調査において得られた資料を用いて検討したが，その地点における資料数の少ない魚種については，その地点の周辺から得られた資料をも加えた．種類を識別することのできる餌生物を胃の中に1個体以上含んでいる捕食個体数とその胃内容物中の種類数とを調べた．これらの資料を餌生物の出現尾数の多い順に配列し，捕食個体尾数と出現した餌生物の種類数とのそれぞれの累積数を求めた．

資料数が充分に得られた9魚種について，縦軸に餌生物の累積出現種類数を取り，横軸に捕食者の累積測定尾数を取って両者の関係を求めた．いずれの魚種も測定尾数が増加するにつれて出現種類数も急速に増大し，凸型の曲線で示されるような関係を示す．さらに測定尾数が増加すると出現種類数の増加率は急速に低下し，次第にゆるやかな直線的増加傾向を示すようになる．ある尾数以上に達すると出現種類数の増加は認められなくなる．その出現種類数の限界値が各魚種の捕食可能な餌生物の種類数を示していると考えられる (Fig. 3-3)．

このような両者の関係は総ての魚種において同じように認められ，その曲線から直線的増加への変換点も同様に測定尾数50尾付近にあることがわかった．そこで測定尾数50尾，100尾，150尾に相当する出現種類数の，最大出現種類数に対する割合を求めた．測定尾数50尾においてはタチウオのみが0.866と高い値を示しているが，その他の魚種はほゞ同じ値 (0.7 ± 0.08) を示している．すなわち，タチウオは他の魚種に比べて1尾の捕食している餌生物の種類数が多いと考えら

れる．測定尾数100尾における比率はいずれの魚種もほゞ同じような数値（0.813〜0.937）を示すが，ヒメジ，ヤリヒゲの両種は比較的低い値を示し，海底に密着して捕食する魚種では最大出現種類数を得るための測定尾数が多く必要であることを示しているものと考えられる．測定尾数が150尾になるとほとんどの魚種が最大出現種類数に達している（Table 3-3）．

ワニエソ・ミシマオコゼは比較的大型の餌生物のみを捕食しているため，胃内容物のほとんどが「種」まで査定されている．そこでこの両種については先に示した「目」での検討に加えて「種」についての検討も行なった．測定尾数と出現種数との関係は，基本的には「目」の場合と変らないが，両種とも直線的な増加傾向に達した以後の直線の傾斜が大きい．これは餌料となり得る「種」の数が多いためであろう．したがって，測定尾数50尾および100尾における出現種数の最大出現種数に対する比率も幾分低いが，150尾になると両種とも「目」の場合と同様に最大出現種数に達する．

以上の結果から考察すると，胃内容物中の餌生物組成から各魚種が捕食している餌生物組成を知るためには，資料数としては150尾を必要とすると考えられる．しかし，実際の調査に際しては，このように充分な資料数を得ることは非常に困難である．この理由の一つとしてあげられるのは調査水域の広さであろう．東シナ海・黄海という広い海域に生息する底魚類を採集するために，多くの調査点を設けなければならないため，1調査点に使用し得る調査時間が制限され，各地点での充分な採集は行ないえない．また，採集方法に関して述べたように，資料の均一性の観点からすると1回の採集時間は短かいほどよいため．長時間のえい網は適当ではなく，資料数確保が難かしい．さらに，多くの魚種がトロール網の揚網時に胃を反転させる．その対策として可能な限りの低速で揚網を行なったが，それでも胃が反転している個体が多数認められた．その他，船上の標本固定のためのホルマリン槽の容量および標本保管場所など標本数の増加に対する多くの制限要因がある．

このような採集に際しての障害の他にも，前述のようにいずれの魚種においても空胃個体が多く，実際に胃内容物の検討に用いることのできる資料数は非常に少なくなる．調査魚種の種類数の確保と資料の信頼性の保持という要求を満すための妥協点を定める必要がある．そこで資料の実態から最低信頼出現種類数を最大値の⅔の点に置いて，必要最低資料数を50尾とした．捕食個体の累積測定尾数が50尾に達するまでに先の9魚種では平均3.38回の採集資料が合計されている．したがって，3地点以上から採集された合計50尾以上の資料数を持つ魚種について捕食されている餌生物組成を求めることにした．最大出現種類数の半分の種類数が得られる測定尾数はほゞ20尾である．そこで，20〜50尾の資料を有する魚種については胃内容物組成の参考資料として用いることにした．

4） 餌生物に対する捕食の選択性

魚類が捕食に際して餌を選択している事例については，Ivlev[26]によって詳細に論じられている．ある魚種が環境中に存在する多くの餌生物のうち，特定の餌生物に対して強い選択性を示すとすれば，そのような事実は捕食関係において重要であるとともに，競争関係の強さの評価にも欠かせない知見となる．ここで用いる選択性とは嗜好性と捕食の容易さとを合計したものである．

選択性の調査は，一般に捕食者の胃内容物組成と，その周辺に存在している餌生物の種類組成とを比較することによって行なわれている．この両者の比較に際して胃内容物組成については，a）網中での捕食，b）餌生物による消化速度の相違などの問題点がある．網中捕食で除かれなければならないのは，トロール網によって人為的に密集され捕食し易くなったために，食われたもので，正常な状態では捕食されないか，または捕食され難い餌生物である．これらはトロール網の網目を抜け難いような比較的大型の餌生物であり，捕食直後でほとんど消化されていないため極めて新鮮な状態にある．このような網中で捕食された比較的大型の餌生物は，その消化の進行状態によって胃内容物から除くことが可能であり，そのような誤差は大部分補正することができる．もう一つの誤差の原因である餌生物の種類による消化速度の差については，関連する知見がほとんどないために補正は行ない得ない．しかし，この誤差は消化が進むにしたがって著しくなるので，捕食された餌生物の消化が進み，胃内容物が少なくなっている個体をできるだけ除くことによって，その誤差を低くおさえることはできる．

環境中の餌生物の組成と採集標本との関係について

考察する．この調査において，これらの餌生物はトロール網を覆っている2重のカバーネットおよび2m口径の稚魚ネットによって採集されている．これらの採集器具はえい網時間・えい網層およびその捕獲効率が異なっている．すなわち，2重に装着されたカバーネットはえい網時間・えい網層はそれぞれトロール網と同一であるが，その両カバーネットがトロール網を覆う割合に大きな差があり，それらの捕獲効率は異なるものと想像される．2m口径プランクトンネットの場合には，えい網時間・えい網層がカバーネットと異なり，その網の構造も異なることから考えて当然捕獲効率も相違すると推測される．これらの補正，特に捕獲効率の補正に関する知見は現在ほとんど得られていない．したがって，これらの器具によって得られた標本を合計しても，海洋中の実際の餌生物組成とはならない．すなわち，この調査において得られている餌生物と胃内容物の種類組成を単純に比較することによって，捕食における選択性を検討することはできないことが理解される．

このように個々の採集標本を対比させるには，資料が適切でないことが明らかになった．そこで胃内容物組成と環境中の餌生物の組成のそれぞれについて比較し，その相対的な結果を比較するという方法を取ることにした．すなわち，餌生物の採集に用いた器具のそれぞれの捕獲対象生物に対する捕獲条件は異なるが，それらの条件はいずれの採集時においてもほゞ同じであると考えることができる．したがって，これらの標本の種類組成の類似度は，それらの標本が採られた海洋中の実際の餌生物の組成間の類似度とほとんどの場合に一致すると考えられる．そこで餌生物の標本の種組成間で求められた類似度と対応する地点から採集された捕食者の胃内容物間で求められた類似度とを比較することにした．

これらの類似度の相対関係と選択性との関連性について検討する．ある魚種が対象餌生物を全く選択せずに捕食するとすると，胃内容物組成は餌生物組成と完全に一致することになる．したがって，その餌生物組成と相対的に変化する標本の餌生物組成との間の類似度は，それに対応する胃内容物組成の類似度とほゞ同じ値を示すであろう．一方，ある魚種が極めて高い選択性を持っているとすると，強く選択される餌生物が環境中に存在する場合には，先ずその餌生物を捕食すると考えられるので，餌生物組成の類似度に関係なく胃内容物組成の類似度は高い値を示すことになるであろう．

この関係を検討するために，横軸に環境中の餌生物の標本の類似度指数を取り，縦軸に胃内容物組成の類似度指数を取って散布図を描くと，各点はその魚種の選択性の強さに応じて図表で下記に示すような分布を示す．

選択性の強い場合：環境餌生物の組成に関係なく，強い選択性のある餌生物が存在すれば胃内容物組成はその選択された餌を多く含んで類似度は高くなり，点は図表上の上部に集まる．

選択性がない場合：全く選択性がない場合には，胃内容物は環境中の餌生物をそのまゝ切り取ったものとなるから，その餌生物組成から同じ方法で採集された餌生物の標本組成とほとんど等しい組成となるであろうから，各点は45°線上に並ぶことになる．しかしながら，類似度指数が低い値となる場合には，両者の組成が相違していても類似度はほゞ同じ値を示すことも起り得るが，その捕食している餌生物の種類数が余り多くないような場合には，そのような偶然的な一致はそれほど頻繁に起るとは考えられない．

負の選択性がある場合：図表上の右下部分に当る．環境中の餌生物の標本組成は類似しているに係らず，胃内容物組成が相違していることを示している．すなわち，環境中に多い餌生物が余り捕食されていないことを意味しており，その餌生物が忌避または捕食困難であったと推測される．

以上のように図表上の各点の分布状態から，その魚種の捕食が選択的に行なわれているかどうかを知ることができる．そこで，さらにそれらの選択の対象となっている餌生物の判定およびその強度を求めなければならない．それを求めるために次のような方法を用いることにした．すなわち，餌生物に対する選択性が確認された魚種について，その選択性の検討の対象となる餌生物を検討資料から取り除いて上記と同様な検討を行なう．取り除かれた餌生物が実際に選択されている場合には，その餌生物は胃内容物組成の類似度を高めるように働いた筈であるから，その餌生物が取り除かれると胃内容物の類似度は低くなる．一方，餌生物の標本間の類似度に生じる変化は主に類似度の高い方に起り易く，類似度が若干低い方に変化する．すなわ

ち，全餌生物について行なった検討結果よりも，各点が図表の中心部に移動することになる．その餌生物が選択されていない場合には，その餌生物を除いて再計算した値は一定方向には変動せず，無作意に変化するために，各点の分布状態には大きな変化はないと考えられる．そこで特定の餌生物を除いて行なった検討結果を全餌生物について行なった検討結果と比較して，その変化の方向と大きさによって，その餌生物に対する各魚種の選択性を表わすことにした．

各魚種について行なった実際の検討においては，模式的に説明した前記の場合のように明確に各点が集中することは少ない．そこで各点の分布の状態およびその変化の方向と大きさを示すために，次のような計算を行なった．

各点の45° 線からの縦軸上の距離を45° 線の上・下別に集計し，両者の比（上部／下部）を求め，その魚種の捕食の選択性を示す指数とした．すなわち，その値が1の場合には全く選択性がないことを示し，1より大きければ選択性があり，1より小さい値を示す場合は負の選択が行なわれていることを示す．さらに，各餌生物に対する選択性を示すものとしては，その餌生物を除いて得られた45° 線より上の各点の45° 線からの距離の合計で，全餌生物を用いて求めた値をわって得られた数値を用いることにした．この場合には，その餌生物が選択的に捕食されている場合には1よりも大きく，選択性のない場合には1に近い値を示すことになる．また，1より充分に小さい場合には負の選択性があったと判断されよう．

このような検討を行なうためには，捕食個体および環境餌生物の資料が揃っていなければならないが．そのような魚種は非常に少ない，特に，捕食個体数が不足する場合が多いため，捕食個体数20尾以上の資料を

ワニエソ	キントキダイ	タチウオ	ホタルジャコ
ホタルジャコ	ホタルジャコ	ホタルジャコ	イワハダカ
テンジクダイ	ワニギス	ワニギス	マルソコシラエビ
ワニギス	サイウオ	テンジクダイ	オキアミ類
イワハダカ	稚魚	イワハダカ	かい脚類
ヒメスミクイウオ	マルソコシラエビ	サイウオ	ヤムシ属
サイウオ	オキアミ類	ヒメスミクイウオ	ヨコエビ類
コモチジャコ	アミ類	タチウオ	クラゲノミ類
アジ・サバ類	かい脚類	ヒメジ	介形類
エソ類	クラゲノミ類	カタクチイワシ	カニ類（幼生）
タチウオ	シャコ類（幼生）	コモチジャコ	
ヒメジ	カニ類（幼生）	稚魚	
クロエビ	稚貝	マルソコシラエビ	
ジンケンエビ属	ダンゴイカ	オキアミ類	
イカ（*Loligo*）	多毛類	アミ類	
イカ（*Sepia*）		かい脚類	
		ヤムシ類	
		クラゲノミ類	
		シャコ類（幼生）	
		カニ類（幼生）	
		ダンゴイカ	
		イカ類	

キグチ	ヒメスミクイウオ	ワニギス	ヤリヒゲ
テンジクダイ	かい脚類	イワハダカ	魚類（小）
サイウオ	オキアミ類	サイウオ	テッポウエビ
イワハダカ	ヤムシ類	ワニギス	ジンケンエビ属
コモチジャコ	介形類	オキアミ類	マルソコシラエビ
カタクチイワシ	アミ類	かい脚類	アミ類
マルソコシラエビ	マルソコシラエビ	ヤムシ類	オキアミ類
オキアミ類	カニ類（幼生）	クラゲノミ類	かい脚類
アミ類	クラゲノミ類	ヨコエビ類	シャコ類
かい脚類	ヨコエビ類	介形類	ヨコエビ類
ヤムシ属	シャコ類（幼生）	マルソコシラエビ	クラゲノミ類
ヨコエビ類		アミ類	多毛類
クラゲノミ類		カニ類（幼生）	カニ類（幼生）
シャコ類（幼生）		ダンゴイカ	
カニ類（幼生）			
イカ類			
ダンゴイカ			

用いることにした．このように条件を低く設定したが，10地点以上の資料が得られたのは8魚種に過ぎなかった．ヤリヒゲは，9地点分の資料しか得られなかったが，海底に定着して生活する魚種を代表するものとしてとり上げることにした．

環境中には多くの動物が生息しており，それらの中には対象魚種の餌にはなり得ないものもある．したがって，餌生物としては胃内容物中に出現している種類のみを取り上げることにした．この検討においては同じ資料を同じ方法で比較するので，餌生物の分類基準は両資料で一致しておればよいと考えられるので，餌生物の分類における最終査定結果をそのまゝ用いることにした．用いた餌生物の種類を調査魚種別に前頁の表に示した．

各魚種の選択性についての計算結果をみると，それらの数値の変化幅が大きく，僅かな数値の相違は意味を持たないことがわかる．タチウオ・キグチ・ホタルジャコ・ヒメスミクイウオの4魚種はいずれも3.0以

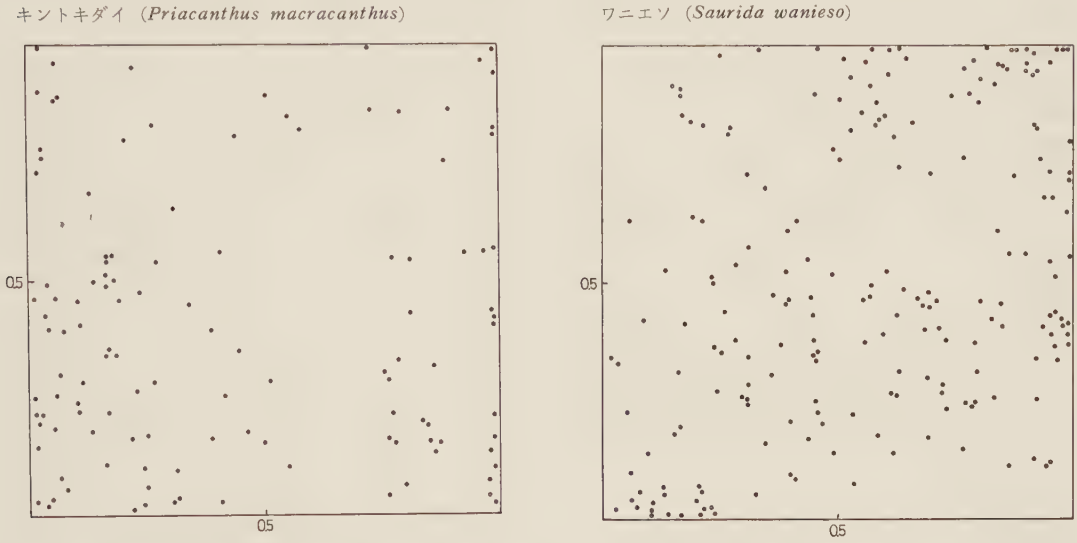


Fig. 3-4. 胃内容物組成における類似度と環境中の餌生物組成における類似度との対応関係，類似度指数として C_λ を用いた．選択性の認められない魚種
Degree of similarity on food composition (ordinate) in stomach contents plotted against degree of similarity on envirenmental food composition (abscissa). Degree of similarity is expressed by the index, C_λ. The fishes for which food preference is not recognized.

Table 3-4. 胃内容物組成における類似度と環境中の餌生物組成における類似度との対応関係
Np：45° 線上の資料数 N_b：45° 線下の資料数
Correspondency between degree of similarity on food composition in stomach contents and degree of similarity on environmental food composition.
Np and N_b : In Fig. 3-5, number of cases located within the range upper and lower 45° diagonal from origin respectively.

タ チ ウ オ (*Trichiurus lepturus*)

Food	餌 生 物	Ratio*	Np	N_b	Variance
Total	全	1.00	874	302	414.9
L. aculeocaudata	マルソコシラエビ	0.81	928	248	509.8
Euphausiacea	オ キ ア ミ 類	2.22	581	595	186.8
Copepoda	か い 脚 類	0.99	874	302	417.9
Stomatopoda (Alima)	シ ャ コ 類(幼生)	0.97	887	287	426.3
Benthosema pterotum	イ ワ ハ ダ カ	1.15	830	346	358.5

Table 3-4. (Continued)

ワ ニ エ ソ (*Saurida wanieso*)

Food	餌 生 物	Ratio*	Np	N_b	Variance
Total	全		107	124	26.7
Acropoma japonicum	ホ タ ル ジ ャ コ	0.74	129	102	36.0
Synagrops philippinensis	ヒメスミクイウオ	1.19	101	130	22.4
Carangidae・*Scomber*	ア ジ・サ バ 類	0.94	115	116	28.4

キ グ チ (*Pseudosciaena polyactis*)

Food	餌 生 物	Ratio*	Np	N_b	Variance
Total	全		228	97	104.1
L. aculeocaudata	マルソコシラエビ	0.97	232	93	107.8
Euphausiacea	オ キ ア ミ 類	0.91	237	88	114.0
Copepoda	か い 脚 類	0.99	230	95	104.6
Sagittidae	ヤ ム シ 類	0.97	235	90	107.4
Hyperiidea	ク ラ ゲ ノ ミ 類	1.00	227	98	104.1

ヤ リ ヒ ゲ (*Coelorhynchus multispinulosus*)

Food	餌 生 物	Ratio*	Np	N_b	Variance
Total	全		11	25	2.7
Alpheidae	テ ッ ポ ウ エ ビ 科	0.70	15	21	3.8
Euphausiacea	オ キ ア ミ 類	1.37	8	28	1.9
Gammaridea	ヨ コ エ ビ 類	0.83	12	24	3.2

キントキダイ (*Priacanthus macracanthus*)

Food	餌 生 物	Ratio*	Np	N_b	Variance
Total	全		67	69	21.7
L. aculeocaudata	マルソコシラエビ	1.06	65	71	20.5
Euphausiacea	オ キ ア ミ 類	1.00	64	72	21.7
Copepoda	か い 脚 類	0.87	69	67	25.0
Hyperiidea	ク ラ ゲ ノ ミ 類	0.92	66	70	23.6
Sedentaria	多 毛 類	0.96	68	68	22.5

ワ ニ ギ ス (*Champsodon snyderi*)

Food	餌 生 物	Ratio*	Np	N_b	Variance
Total	全		99	111	36.2
Euphausiacea	オ キ ア ミ 類	1.30	83	127	28.1
Copepoda	か い 脚 類	0.94	101	109	38.4
Sagittidae	ヤ ム シ 類	0.86	111	99	42.1
Hyperiidea	ク ラ ゲ ノ ミ 類	0.86	111	99	42.3

ホタルジャコ (*Acropoma japonicum*)

Food	餌 生 物	Ratio*	Np	N_b	Variance
Total	全		191	85	85.3
Copepoda	か い 脚 類	1.79	130	146	47.8
Euphausiacea	オ キ ア ミ 類	1.02	209	67	83.3
Sagittidae	ヤ ム シ 類	0.81	200	76	106.2
Hyperiidea	ク ラ ゲ ノ ミ 類	1.02	187	89	83.6
L. aculeocaudata	マルソコシラエビ	0.97	202	74	87.7

Table 3-4. (continued)
ヒメスミクイウオ (*Synagrops philippinensis*)

Food	餌生物	Ratio*	Np	N_b	Variance
Total	全		40	10	18.8
Copepoda	かい脚類	2.50	23	32	7.6
Euphausiacea	オキアミ類	1.10	44	11	17.2
Sagittidae	ヤムシ類	1.22	44	11	15.5
Hyperiidea	クラゲノミ類	0.98	45	10	19.1

* Degree of the variation of food composition due to the presence of respective food groups, calculated based on variance.

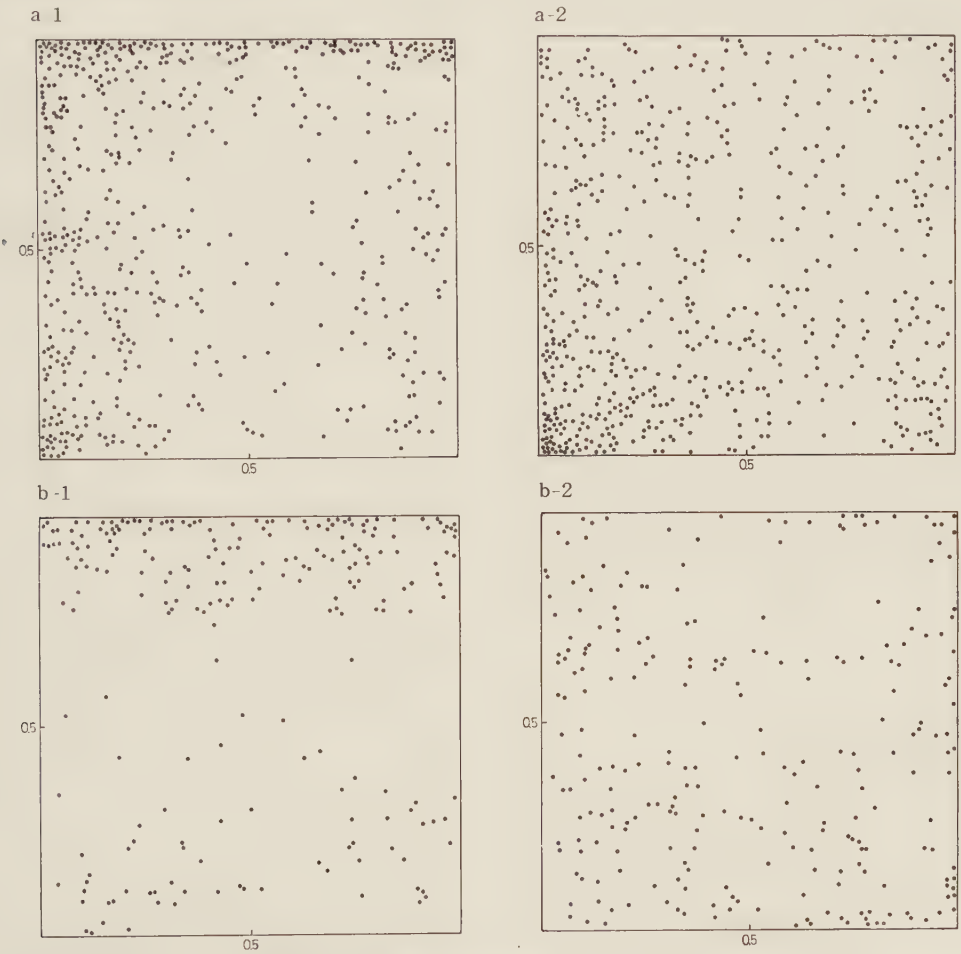


Fig. 3-5. 胃内容物組成における類似度 (C_λ) と環境中の餌生物組成における類似度 (C_λ) との対応関係.
選択性の認められる魚種
タチウオ；a-1)：全餌生物，a-2)：オキアミ除去
ホタルジャコ；b-1)：全餌生物，b-2)：かい脚類除去
Degree of similarity (C_λ) on food composition (abscissa) in stomach contents plotted against degree of similarity (C_λ) on environmental food composition (ordinate).
The fishes in which food preference is recognized.
Trichiurus lepturus; a-1) :Total food species. a 2): Euphausiaces excluded.
Acropoma japonicum; b 1): Total food species. b-2): Copepoda excluded.

上の値を示し，捕食に際して餌生物に対する選択性のあることを示している．ワニギスはほゞ1であり全く選択性がないことを示している．ワニエソ・キントキダイはそれぞれ0.72，0.78と若干低い値を示しているが，この程度の値では選択性なしと判断される．ヤリヒゲは0.25と低く負の選択性があるものと考えられる．ヤリヒゲの胃内容物組成をみるとある特定の餌に集中する傾向が認められ，その集中的に捕食される餌生物の種類が資料によって異なっている．それに対して餌生物組成にはそれ程の偏りはない．したがって，ヤリヒゲは非常に限られた範囲内でのみ捕食を行ない，その狭い範囲の特定種を集中的に捕食しているものと推測される（Fig. 3-4, Table 3-4）．

次に，個々の餌生物に対する選択度について検討する．その計算値は，先の魚種についての数値ほどには変化幅はないが，その変化幅は小さいとはいえない．そこで1から±0.50以上の変化を示したものについて考察する．1.50以上の値を示すものはタチウオにおけるオキアミ，ホタルジャコおよびヒメスミクイウオにおけるかい脚類のみであった．これらの魚種では，それ以外の餌生物において1.30を超えるものはなく，その全餌生物について得られた選択性は，これらの餌生物に対する選択性に基づくものであると考えられる．

以上の結果から考えると，これらの底魚類においては，ある特定の餌生物に対して特に強い選択性があるとも考えられない．主要な数種類の餌生物をその密度に応じて捕食していると考えた方が妥当であろう（Fig.3-5）．

2 胃内餌生物組成による種間関係の解析

1) 胃内容物組成の検討

この調査によって得られた資料の諸性質が，前節までの検討によってほゞ明らかにされた．これらの資料に基づいて各魚種が捕食する餌生物の組成（胃内餌生物組成）を推定するために，それらの胃内容物組成が群集内・群集間および季節間によって示すであろう変化について調べた．

群集内の比較

前述のように4つに分けられた群集ごとに，それぞれの調査点から得られた標本の胃内容物組成を類似度指数（C_λ）によって比較した．比較のための資料としては，原則として捕食個体30尾以上を有し，調査点が3地点以上あるものを取り上げることにした．そのように充分な資料数の得られている調査点は少ないので，上記の条件を満足する調査点が若干不足する場合には，捕食個体数20尾までの調査点をも取り上げることにした．以上の手続きによってもなお条件を満す資料は少なく，検討し得たのはタチウオ・ワニエソ・キントキダイ・ヒメジ・ホタルジャコの5魚種のみであった．これらのうちワニエソ・キントキダイ・ヒメジの3魚種はほゞC群集の範囲内にのみ分布し，他の群集に属する資料はない．タチウオは4群集，ホタルジャコはA群集を除く3群集から標本が採集されてはいるが，資料数が充分でなく，C群集以外で検討に用いることのできた資料は，B群集のタチウオのみであった．この比較には同定し得た最も詳細な分類の結果を用い，1地点のみで数個体しか出現していない餌生物は検討の対象から除いた．各魚種の餌生物の分類項目は Suppl. table 3-1 に示されている．比較は各調査点間および各点と各群集の合計との間で行なった．

タチウオ：各調査点間の類似度は，2～4次調査の1～2点を除くと互いに高い類似度を示している．各々の合計値との比較でも同様の結果を示し，類似度は特に低い5点を除くと総て0.8以上であり，その0.8以上を示す組合せの割合は81.0%あった．これらの低い値を示す5地点には特に地域的な特性は認められず，標本の採集誤差と考えることができる．

ワニエソ：タチウオに比べると，総体的に若干類似度が低い，しかし，極端に低い値は少なく，合計値に対する類似度0.8以上の地点の割合は60.7%であるが，0.7以上を取ると87.5%となり，0.5以下の地点はない．ワニエソの餌生物は大型のものが多く，種まで同定されている種類が多いため，餌生物の項目が細分化され，項目の数が他の魚種に比べて多いため，全体的に類似度が低くなったものと思われる．

キントキダイ：ワニエソと同じような傾向を示す．すなわち，総体的に類似度が低く，合計値との比較結果のうち0.8以上の類似度を示す地点は50.0%と低い割合であるが，0.5以下の地点は1地点に過ぎない．

ホタルジャコ：全体的に類似度は高い．1次調査の資料では，総ての組合せにおいて0.95以上の値を示している．合計値との比較では，類似度0.8以上の地点が90.9%を示す．

ヒメジ：各地点の資料数が少ないが，類似度は高

Table 3-5. 胃内容物組成の採集地点間の類似度
Degree of similarity on food compositon in stomach between sampling stations.

タ チ ウ オ (*Trichiurus lepturus*) Association C, Second sampling cruise

109	110	111	112	113	116	117	118	119	Total	Station No.	Number of sample
0.981	0.988	0.968	1.000	1.000	0.012	0.796	0.930	0.179	0.999	108	90
	0.996	0.998	0.976	0.975	0.090	0.877	0.974	0.210	0.988	109	64
		0.993	0.985	0.984	0.057	0.869	0.976	0.216	0.994	110	42
			0.963	0.961	0.122	0.902	0.982	0.225	0.978	111	57
				1.000	0.004	0.786	0.924	0.176	0.998	112	78
					0.002	0.783	0.922	0.175	0.997	113	88
						0.418	0.144	0.212	0.020	116	71
							0.949	0.397	0.820	117	41
								0.274	0.946	118	52
									0.192	119	92

タ チ ウ オ (*Trichiurus lepturus*) Association C, Fourth sampling cruise

315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	Total	Station No.	Number of sample
0.550	0.460	0.449	0.431	0.419	0.506	0.464	0.416	0.506	0.402	0.498	311	44
	0.989	0.415	0.977	0.973	0.989	0.982	0.976	0.982	0.960	0.997	315	59
		0.407	0.992	0.989	0.993	0.989	0.991	0.989	0.979	0.996	316	38
			0.413	0.365	0.447	0.497	0.411	0.425	0.321	0.427	317	46
				0.998	0.989	0.991	1.000	0.990	0.991	0.994	318	58
					0.983	0.980	0.997	0.986	0.997	0.990	319	58
						0.995	0.986	0.999	0.970	0.999	320	33
							0.990	0.988	0.964	0.994	321	73
								0.986	0.990	0.992	322	103
									0.976	0.996	323	47
										0.979	324	77

ワ ニ エ ソ (*Saurida wanieso*) Association C, First sampling cruise

5	6	7	8	9	10	13	15	Total	Station No.	Number of sample
0.839	0.851	0.630	0.712	0.661	0.649	0.568	0.628	0.741	4	30
	0.980	0.925	0.965	0.944	0.927	0.892	0.912	0.969	5	45
		0.939	0.944	0.918	0.908	0.916	0.890	0.999	6	84
			0.979	0.949	0.934	1.000	0.886	0.980	7	88
				1.000	1.000	0.992	0.972	0.962	8	47
					1.000	0.976	1.000	0.940	9	33
						0.965	1.000	0.924	10	52
							1.000	0.965	13	35
								0.899	15	30

ワ ニ エ ソ (*Saurida wanieso*) Association C, Third sampling cruise

213	214	215	216	218	229	Total	Station No.	Number of sample
0.482	0.683	0.683	0.828	0.597	0.460	0.814	212	49
	0.477	0.479	0.536	0.472	0.086	0.612	213	39
		0.768	0.937	0.655	0.650	0.939	214	63
			0.882	0.979	0.313	0.854	215	32
				0.771	0.475	0.960	216	61
					0.334	0.817	218	25
						0.584	229	26

Table 3-5. (continued)

ワ ニ エ ソ (*Saurida wanieso*) Association C, Fourth sampling cruise

314	318	319	320	321	322	323	Total	Station No.	Number of sample
0.707	0.459	0.505	0.418	0.601	0.461	0.368	0.741	313	32
	0.888	0.579	0.871	0.595	0.787	0.766	0.971	314	33
		0.770	0.636	0.934	0.932	0.538	0.953	318	46
			0.761	0.576	0.765	0.333	0.763	319	76
				0.449	0.659	0.688	0.767	320	35
					0.769	0.379	0.837	321	37
						0.750	0.913	322	64
							0.692	323	31

ホタルジャコ (*Acropoma japonicum*) Association C, Second sampling cruise

5	9	10	11	14	15	16	17	23	Total	Station No.	Number of sample
1.000	1.000	1.000	1.000	0.989	0.999	1.000	1.000	0.956	0.999	4	82
	1.000	1.000	1.000	0.990	0.999	1.000	1.000	0.958	0.999	5	21
		1.000	1.000	0.991	0.999	1.000	1.000	0.960	0.999	9	27
			1.000	0.989	0.998	1.000	1.000	0.954	0.998	10	35
				0.988	0.998	1.000	1.000	0.953	0.998	11	37
					0.994	0.988	0.989	0.975	0.995	14	22
						0.998	0.999	0.968	1.000	15	21
							1.000	0.954	0.998	16	31
								0.955	0.999	17	22
									0.967	23	23

ホタルジャコ (*Acropoma japonicum*) Association C, Fourth sampling cruise

312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	324	Total	Station No.	Number of sample
0.984	0.988	0.376	0.988	0.989	0.817	0.986	0.972	0.863	0.587	0.990	0.991	311	106
	0.977	0.375	0.972	0.975	0.819	0.972	0.986	0.890	0.658	0.984	0.989	312	88
		0.359	0.997	0.999	0.775	0.999	0.970	0.827	0.602	0.989	0.995	313	177
			0.358	0.359	0.795	0.365	0.378	0.638	0.270	0.364	0.375	314	41
				1.000	0.777	0.999	0.963	0.819	0.563	0.993	0.992	315	123
					0.778	0.999	0.967	0.825	0.579	0.993	0.994	316	138
						0.776	0.807	0.956	0.498	0.798	0.801	317	44
							0.962	0.818	0.574	0.988	0.992	318	82
								0.908	0.740	0.984	0.988	319	128
									0.733	0.960	0.866	320	66
										0.619	0.646	321	48
											0.996	324	84

キントキダイ (*Priacanthus macracanthus*) Association. C, Fist sampling cruise

4	8	16	22	Total	Station No.	Number of sample
0.760	0.555	0.806	0.557	0.858	6	27
	0.760	0.489	0.803	0.964	4	98
		0.188	0.981	0.803	8	32
			0.177	0.581	16	38
				0.834	22	28

Table 3-5. (continued)

キントキダイ (*Priacanthus macracanthus*)　Association. C, Second sampling cruise

104	106	107	111	112	120	Total	Station No.	Number of sample
0.218	0.339	0.169	0.858	0.946	0.253	0.874	103	71
	0.662	0.634	0.103	0.244	0.244	0.509	104	68
		0.964	0.276	0.396	0.674	0.650	106	120
			0.134	0.234	0.734	0.501	107	46
				0.804	0.203	0.656	111	51
					0.409	0.918	112	71
						0.490	120	48

ヒ メ ジ (*Upeneus bensasi*)　Association C, Third sampling cruise

214	216	218	221	222	223	225	228	Total	Station No.	Number of sample
0.933	0.530	0.733	0.951	0.999	1.005	0.999	0.354	0.965	213	23
	0.684	0.836	0.959	0.913	0.927	0.908	0.486	0.979	214	48
		0.672	0.639	0.511	0.543	0.503	0.926	0.674	216	36
			0.902	0.709	0.727	0.707	0.558	0.859	218	45
				0.935	0.950	0.933	0.457	0.991	221	31
					1.002	1.000	0.327	0.943	222	40
						1.001	0.358	0.961	223	30
							0.323	0.941	225	29
								0.494	228	45

い．合計値に対する類似度が0.8を越える地点は77.8%を占めている．これはワニエソの場合とは逆に，餌生物が小型のものが多く，餌生物の分類項目が少ないためと考えられる（Table 3-5）．

以上の結果からみると，各調査地点で採集された標本から求められた胃内容物組成は，各群集内ではほとんど変化しないと考えられる．考察に用いることのできた魚種と群集は少ないが，これらの5魚種はそれぞれ異なった生態を持っており，C群集は最も多種多様な餌生物を含んでいることから，この結果を他の魚種および群集に適用しても余り大きな誤まりはないと考えられる．したがって，以後の検討においては，各群集別に合計された数値を各魚種の胃内容物組成として用いることにする．

群集間の比較

複数の群集にわたって分布する魚種は余り多くはない．また，それらの魚種のうち，複数の群集から検討に必要な捕食個体数が得られているものはさらに少ない．同一調査次に4群集から資料の得られている魚種は，1次調査時のイワハダカのみである．その胃内容物組成の比較結果をみると，A・B群集はやゝ類似しておりB・C・D群集間の類似度は高く，A群集とC・D群集との間の類似度は低い．すなわち地理的に遠い群集間ほど類似度が低くなっていることがわかる．この傾向は他の魚種でも認められる．A・B群集間は1次調査のキグチのように低い値もあるが，他は総て0.5以上であり，ほゞ類似していると考えてよいであろう．B・C群集間の類似度は最も高く，14組の資料のうち0.78以下の値は2組のみで，半数以上が0.90以上の類似度を示している．一方，A・C群集間にまたがって分布する魚種は少なく，資料数は3組のみであるが，そのいずれも低い値を示しており，この両群集の差の大きさが推測される．D群集については資料が少なく，充分な検討を行うことができなかったが，A群集と相違し，B・C群集とはほゞ類似しているものと推測される（Table 3-6）．

季節間の比較

資料は，各群集別に夏期（2次）・秋期（3次・4次）および初春期（1次）の3つの季節から得られているが，総て年度を異にしており，経年的な変化も加わるため類似度は同一年の比較結果より低くなると考えられる．

A群集は資料が少なくタチウオの夏期・秋期およびキグチの初春期・秋期の資料のみが得られたに過ぎないが，ともに値は低く，A群集は季節変化が大きいと判断される．

B群集は，いずれの季節間でも類似度は極めて高

Table 3-6. 胃内容物組成の群集間の類似度
Degree of similarity on food composition in stomach contents between associations. Alphabetical letters, A～D, indicate association and the attached figures indicate the cruise number.

タ チ ウ オ (*Trichiurus lepturus*)

C1	D1	A2	B2	C2	A3	B3	C3	B4	C4	Number of specimens	
0.821	0.793	0.605	0.961	0.822	0.870	0.972	0.832	0.980	0.869	B1	348
	0.480	0.426	0.873	0.999	0.986	0.751	0.483	0.707	0.973	C1	98
		0.553	0.751	0.492	0.568	0.840	0.769	0.876	0.552	D1	137
			0.631	0.437	0.494	0.615	0.536	0.630	0.482	A2	201
				0.886	0.932	0.944	0.731	0.924	0.931	B2	317
					0.991	0.760	0.484	0.720	0.983	C2	736
						0.820	0.549	0.780	0.989	A3	118
							0.908	0.966	0.810	B3	140
								0.854	0.531	C3	237
									0.782	B4	239
										C4	654

イ ワ ハ ダ カ (*Benthosema pterotum*)

B1	C1	D1	B4	C4	Number of speciment	
0.722	0.491	0.452	0.689	0.365	A1	64
	0.936	0.889	0.903	0.751	B1	272
		0.908	0.892	0.879	C1	197
			0.675	0.628	D1	236
				0.906	B4	474
					C4	539

ワ ニ ギ ス (*Champsodon snyderi*)

C2	D2	B4	C4	Number of specimens	
0.498	0.324	0.910	0.588	B2	69
	0.913	0.529	0.473	C2	960
		0.322	0.450	D2	105
			0.858	B4	37
				C4	33

キ グ チ (*Pseudosciaena polyactis*)

B2	A3	B3	Number of specimens	
0.291	0.382	0.394	A2	47
	0.877	0.875	B2	62
		0.979	A3	139
			B3	613

メイタガレイ (*Pleuronichthys cornutus*)

C2	B3	C3	B4	C4	Number of specimens	
0.936	0.133	0.515	0.973	0.882	B2	122
	0.293	0.645	0.976	0.952	C2	47
		0.909	0.307	0.449	B3	24
			0.677	0.791	C3	39
				0.972	B4	52
					C4	70

テンジクダイ (*Apogon lineatus*)

C2	B3	C3	B4	C4	Number of specimens	
0.245	0.980	0.958	0.990	0.986	B2	481
	0.117	0.125	0.219	0.144	C2	52
		0.949	0.956	0.979	B3	133
			0.976	0.969	C3	76
				0.993	B4	150
					C4	44

Table 3-7. 胃内容物組成の季節間の類似度
Degree of similarity on food composition in stomach between seasons. Alphabetical letters, A～C, indicate asssociation and the acttached figures indicate the cruise number.

タチウオ (*Trichiurus lepturus*)

C2	C3	C4	B3	
0.999	0.483	0.974	0.752	C1
	0.484	0.984	0.760	C2
		0.531	0.908	C3
			0.809	C4

ホタルジャコ (*Acropoma japonicum*)

C2	C3	C4	
0.931	0.958	0.989	C1
	0.935	0.972	C2
		0.969	C3

キントキダイ (*Priacanthus macracanthus*)

C2	C3	C4	
0.779	0.378	0.459	C1
	0.684	0.618	C2
		0.834	C3

ヒメジ (*Upeneus bensasi*)

C2	C3	C4	
0.969	0.991	0.942	C1
	0.965	0.854	C2
		0.939	C3

ワニエソ (*Saurida wanieso*)

C2	C3	C4	
0.314	0.533	0.537	C1
	0.459	0.366	C2
		0.793	C3

ワニエソ (*Saurida wanieso*) (in 24 food item)

C2	C3	C4	
0.806	0.829	0.937	C1
	0.806	0.840	C2
		0.954	C3

い．一方，C群集は極めて高い値と低い値とが混在している．この低い値の中でもテンジクダイの初春期の資料は，資料数も少なく，先に示した群集間の比較でも非常に低い類似度を示しており，資料に問題があると考えられる．また，第3次調査のタチウオは，同じ季節である第4次調査の資料との間でも低い類似度を示している．そこでこれらの資料を除いて計算すると，それ以外の資料はほゞ高い類以度を示す．ワニエソは全体的に類似度が低いが，後述する種間比較のための餌生物の分類基準で再分類して比較すると，いずれの季節も高い値を示す．D群集については全く資料がなく，その関係については不明であるが，D群集はA群集よりB・C群集に近く，いずれの群集とも類似度は低くないと考えてよいであろう (Table 3-7)．

以上の結果から，B・C群集は各季節の資料をまとめて用いても，胃内容物組成に偏りを持ち込む危険は少ないと考えられるが，A群集は若干そのような危険が認められる．しかし，A群集は特に資料数が少ないため，各季節の資料をまとめて使用する必要がある．そこでA群集についてはこのような偏りの存在を考慮しながら検討を進めることにする．

2) 餌生物の分類項目

胃内容物組成について行なわれてきたこれまでの諸検討は，主に個々の魚種についてのものであったために，それぞれの魚種の特徴を充分に表わすような餌生物の分類を行なってきた．しかし，以後の検討は種間の関係について行なわれるため，総ての魚種の捕食特性を表わすための統一した餌生物の分類法が必要となる．すなわち，捕食者に対する餌生物の重要性と各捕食者間における共通性の観点から，餌生物の分類基準を検討し，分類項目を決定しなければならない．

これまで行なってきた諸検討において餌生物を分類する場合には，分類学上の「目」をその分類基準の中心に据えてきたが，その方針を大幅に変える必要はないと考えられる．しかし，餌生物として重要なものはさらに細分し，余り重要でないものは統合し，分類学的基準以外の要素も加味して検討し，よりよい分類基準を決定することにした．

先ず，最も重要な餌生物の1つである魚類について検討する．魚類の場合には，分類学上の「目」によっ

て分けると，ほとんどの魚種がスズキ目に含まれてしまう．そこでその生息場所・生活型による区分について検討したが，魚類は活動範囲の広いものが多く，定めた区分の中間型や条件によって区分が変わるものなど，1つの基準に収まらない魚種が出て来る．そこで餌としての1つの特性である大きさ（体重）によって

Table 3-8. 胃内容物中の魚類の体重を復原させるための換算式の係数
Coefficients of conversion equations (1～3) for restoration of body weight of fish in stomach contents to original body weight.

1. $BL=a(VL)+b$; 2. $TL(FL)=m(BL)+n$; 3. $\log B\ W=p[\log TL\ (\log FL)]+q$
BL : Body length, TL : Total length, FL : Fork length, BW : Body weight,
VL : Total length of 6 vertebral columns.

Spesies number	種名 Species name	Number of specimens	Range (mm)	VL-BL		BL-TL(FL)		TL(FL)-BW	
				a	b	m	n	p	q
3	アオミシマ	15	TL 44- 68	6.492	−1.079	1.188	3.491	2.742	−4.307
8	アカウオ	9	TL 80-150	5.617	12.999	1.160	1.294	2.681	−4.903
11	アカゴチ	14	TL 148-250	5.825	1.256	1.130	6.760	2.924	−5.027
15	アカムツ	35	TL 56- 76	4.501	13.915	1.136	6.389	2.766	−4.344
20	アブオコゼ	25	TL 59-113	4.874	9.657	1.285	0.547	3.214	−5.187
27	イゴダカホデリ	39	TL 118-203	6.301	10.544	1.136	6.626	3.395	−5.738
41	イワハダカ	25	TL 20- 50	6.379	−0.463	1.085	3.234	3.391	−5.647
49	ウバゴチ	54	TL 11-206	5.973	8.517	1.180	5.517	2.975	−4.976
61	オニカナガシラ	97	TL 88-164	5.537	16.007	1.127	7.695	3.029	−4.941
64	カイワリ	40	FL 21- 70	4.926	2.052	1.251	1.065	2.812	−4.531
69	カタクチイワシ	50	TL 23- 62	9.135	−1.255	1.215	−1.430	3.886	−5.877
70	カナガシラ	55	TL 101-241	6.829	0.994	1.134	8.170	2.996	−4.954
78	カンダリ	8	TL 112-158	3.493	37.818	1.046	27.435	3.836	−6.815
84	キグチ	100	TL 11-158	5.869	2.376	1.307	−1.204	2.896	−4.887
102	コイチ	48	TL 34- 56	4.861	3.433	1.274	2.190	3.189	−5.435
104	コウライガジ	132	TL 82-308	5.692	4.932	2.895	3.777	3.674	−6.933
111	コニベ	60	TL 43-175	4.326	6.830	1.359	−1.702	2.847	−4.834
113	コモチジャコ	100	TL 25-113	6.773	2.812	1.329	−2.856	2.861	−4.978
118	サイウオ	60	TL 11- 72	7.418	0.587	1.115	0.031	3.332	−5.906
123	シオイタチウオ	10	TL 59-122	8.658	5.024	1.053	3.610	2.966	−5.206
130	シログチ	14	TL 22- 32	6.716	−2.709	1.540	−3.461	2.062	−3.783
141	ソウハチ	55	TL 92-313	8.722	2.260	1.179	3.870	3.371	−5.991
142	ソコカナガシラ	12	TL 88-150	5.967	10.197	1.183	1.251	3.372	−5.589
143	ソコハリゴチ	5	TL 147-198	—	—	—	—	2.615	−4.551
144	タチウオ	30	AL 8- 25	7.595	2.839	2.018	−1.066	2.424	−5.301
144	タチウオ	60	AL 25-199	8.647	0.365	3.604	−2.445	2.424	−5.301
145	タマガンゾウビラメ	17	TL 41- 94	6.862	4.708	1.219	3.180	3.163	−5.407
149	チョウセンエツ	51	TL 124-210	10.192	18.195	1.065	13.196	3.304	−6.325
150	チョウチョウエソ	78	FL 35-135	9.994	4.467	1.130	1.592	3.229	−5.714
153	ツマリエツ	41	FL 66 181	8.494	12.667	1.088	2.411	3.195	−5.597
155	テッポウイシモチ	19	FL 28- 45	5.526	0.689	1.082	4.269	3.938	−6.423
156	テナガミズテング	44	FL 127 290	—	—	1.061	−3.648	3.990	−7.688
157	テンジクダイ	100	TL 21- 82	5.718	−1.280	1.286	0.042	3.171	−5.185
159	トゲカナガシラ	34	TL 106-172	5.331	16.405	1.124	9.780	3.262	−5.439
168	ニシン	8	FL 63- 80	10.013	3.600	1.174	2.449	3.243	−5.658
183	ハモ	33	AL 35-143	8.862	−4.054	2.634	16.202	3.148	−4.974
187	ヒメオコゼ	23	TL 21- 72	5.565	3.614	1.292	−0.437	3.178	−5.000
189	ヒメジ	18	TL 43-138	4.707	4.455	1.201	3.212	3.491	−5.962

Table 3-8. (continued)

Spesies number	種名 Species name	Number of specimens	Range (mm)	VL-BL		BL-TL(FL)		TL(FL)-BW	
				a	b	m	n	p	q
191	ヒメスミクイウオ	100	TL 19- 75	5.669	−0.047	1.226	−1.295	3.209	−5.295
200	フウセイ	26	TL 42 234	4.773	7.383	1.211	8.195	3.080	−5.259
213	ホタルジャコ	100	TL 26 109	5.504	1.882	1.242	0.511	3.048	−4.933
171	ホロヌメリ	34	TL 38 75	4.090	5.156	1.278	−0.035	2.743	−4.790
215	マアジ	49	FL 22 -76	—	—	1.118	−0.636	3.105	−5.314
217	マエソ	27	FL 40-110	8.510	4.983	1.030	11.781	3.395	−6.087
220	マサバ	85	FL 60 150	—	—	—	—	3.142	−5.298
220	マサバ	75	FL 113-304	—	—	—	—	3.358	−5.765
222	マダラ	36	TL 178-232	8.421	24.643	1.095	−0.601	3.160	−5.396
224	マトイシモチ	27	TL 49- 90	5.448	1.746	1.206	5.616	3.391	−5.594
226	マナガツオ	62	FL 112-237	7.473	7.069	1.044	9.739	3.272	−5.188
233	ムシガレイ	5	TL 121-290	9.766	−8.324	1.176	2.546	3.376	−5.898
235	メイタガレイ	89	TL 103-285	7.866	4.900	1.244	6.066	3.347	−5.692
237	メゴチ	69	TL 154-226	6.016	1.495	1.114	11.439	3.140	−5.401
238	メブトカンダリ	66	TL 38-150	5.141	3.747	1.186	6.884	3.080	−5.175
239	モロ	48	FL 197-284	—	—	—	—	3.195	−5.401
241	ヤナギムシガレイ	54	TL 76-269	9.904	0.314	1.175	1.185	3.316	−5.912
245	ヤリヒゲ	45	TL 122-254	3.797	3.495	2.974	12.269	3.131	−5.908
249	ワニエソ	38	FL 50-150	9.541	4.065	1.108	7.489	3.540	−6.414
250	ワニギス	100	TL 25- 92	6.389	0.918	1.231	−2.969	3.005	−5.148
5	アカアマダイ		TL 110-250	4.900	0.000	1.220	1.196	3.296	−5.594
25	イイジマダルマガレイ		TL 40-100	7.750	−0.001	1.040	12.001	3.912	−6.825
26	イカナゴ		TL 30-140	10.583	7.099	1.080	1.095	3.347	−6.207
38	イヌノシタ		TL 120-320	10.750	−1.001	1.060	4.198	3.281	−5.982
50	ウマヅラハギ		TL 100-300	3.400	40.999	1.180	9.398	3.220	−5.370
69	カタクチイワシ		TL 70-165	9.417	−1.100	1.170	1.194	3.370	−5.960
86	キントキダイ		TL 50-220	4.950	−0.002	1.230	−0.003	2.662	−4.075
89	クラカケトラギス		TL 70-170	6.167	−2.000	1.150	2.197	3.371	−5.752
100	ゲンコ		TL 50-135	9.017	−2.301	1.040	5.698	3.105	−5.460
129	シロギス		TL 60-200	6.950	0.999	1.100	5.597	3.327	−5.856
145	タマガンゾウビラメ		TL 40-110	7.467	1.500	1.230	1.195	2.993	−5.097
166	ナガダルマガレイ		TL 45-115	8.750	−2.001	1.180	2.397	3.222	−5.708
183	ハモ		AL 150-400	8.533	2.499	2.170	92.197	3.160	−5.090
215	マアジ		FL 90-180	3.783	39.999	1.340	−8.005	3.480	−6.101
216	マアナゴ		AL 60-150	8.083	3.000	2.780	−8.005	3.310	−5.150
224	マトイシモチ		TL 50-150	6.183	−9.101	1.270	4.598	3.333	−5.481
230	マルアジ		FL 70-200	4.633	5.000	2.000	−3.000	3.362	−5.824
232	ミシマオコゼ		TL 95-200	5.383	0.999	1.180	12.997	3.100	−4.951
249	ワニエソ		FL 110-350	9.117	14.000	1.220	−5.005	3.180	−5.591

区分することにした．実際の区分に当っては，全捕食者が捕食した魚類の体重組成に基づいて分類した．すなわち，胃内容物中から採取された魚類の種を査定し，その脊椎骨をアリザニン染色液で染色し，可能な限り体中央部付近の脊椎骨長を測定した．一方，カバーネットなどによって漁獲された同魚種の資料について，脊椎骨長から体重を求めるための関係式を求め，それらの式を用いて胃内容物中の魚類を捕食前の体重に復原し，その復原体重を区分のために用いることにした（Table 3-8）．復原のための関係式のうち，本調査で充分な資料が得られなかったものなどについては，多々良[107]らの関係式を用いた．求められた復原

体重の頻度分布をみると，その分布は，ポアソン分布を示す．その分布の各点の散ばり方に基づいて，5 g 以下を「小」5 g～20 g を「中」20 g 以上を「大」として区分することにし，先に示した方法によって算出された復原体重を用いて胃内容物中の魚類を区分した．

十脚目については，これまでの分類基準でも長尾類・短尾類・異尾類の3つに分けて検討してきたが，長尾類は最も重要な餌生物の1つであり，さらに細分することにした．長尾類の生態については余り詳細には知られていないが，環境が単純な東シナ海・黄海の沖合域においては生態的にはそれ程大きな相違はないと考えられる．したがって，その大きさによって区分するのが最もよいと考えられる．長尾類についても甲長・尾柄長などによって捕食前の体重に復原することもできるが，各種とも資料の体長，体重の変化範囲が狭く，採集標本の平均値でもってその種を代表させても余り大きな誤差とはならないと考えられる．そこで種類別に平均体重を求め，その結果から種類別に区分を行なった．主要な種類の区分例を示すと，「大」としてはクルマエビ，クダヒゲエビ類，「中」としてはアカエビ，サルエビ，サケエビ等が含まれ，クロエビ，キシエビおよびコエビ類は総て「小」に区分した．その中でマルソコシラエビのみは，その出現頻度が最も高く，その大きさも他の捕食されているコエビ類に比べて小さいので，単独種として区分することにした．

端脚目はヨコエビ亜目とクラゲノミ亜目に分けて集計した．これらの生態は非常に相違しており，一括して集計することは好ましくないと考えられる．ワレカラ亜目は前2亜目に比べて出現頻度が非常に少ないので，その他の項に集計することにした．

アミ目も大型の種と小型の種では大きさが極端に相違している．そこで，アミ目についてはその大きさによって「大」「小」の2群に分けた．多毛類については，定在目のみを集計し，遊在目はその他の項に含めた．オキアミ類・シャコ類・ヤムシ類・サルパ類は稚魚ネットによる採集物からみてそれぞれ一つの「目」にまとめられ，かい脚類のみは「亜綱」でまとめられると考えられ，貝類は二枚貝・巻貝を区別せずに集計した．

その他，出現数の少ない種類や，幼生として成体と異なった生態を示すものをまとめて集計した．ダンゴイカ類は他の頭足類に比べて非常に小型であり，稚魚ネットによって多量に採集されるので頭足類の項からはずしその他の項に集計した．「その他」として次の4区分を設けた．

浮遊性甲殻類　うみぼたる目，シャコ類幼生，カニ類幼生
底生性甲殻類　等脚目，クマ目，ワレカラ亜目，異尾目
浮遊性動物　遊在目，稚魚類，稚貝類，ダンゴイカ類
底生性動物　後鰓亜綱，いそぎんちゃく目，くもひとで類

これ以降の餌生物に関する検討は，総て上記の24の分類項目によって行なうことにした．

定められた餌生物の分類項目によって，群集別・魚種別に胃内容物を集計し，各魚種が各群集内で捕食している餌生物の種類組成，すなわち胃内餌生物組成とした．魚種によって資料数に差があるため100尾当り個体数に換算し，その結果表を Suppl. table 3-1に示した．

3) 胃内餌生物組成による捕食群の区分

これらの胃内餌生物組成をみると，いずれの魚種も多種類の餌生物を捕食していることがわかる．しかし，一方ではそれぞれ中心となる餌生物も認められる．そこで各魚種の胃内餌生物組成を総体的に比較するために，各群集別に各魚種間の類似度指数（C_λ）を求めた（Suppl. table 3-2）．この表を概観すると類似度の高い数値は表中に散在しており，この表によって各魚種の相互関係を認識するためには，各魚種を類似度の大きさによって整理する必要がある．そこでこの表を次のような方法で整理し，平面図に描くことにした．

先ず，表中から最も高い類似度を示す魚種組合わせを取り出し，それを群区分の中心魚種とする．得られた幾つかの中心魚種ごとに，それらの魚種と次に高い類似度をもっている魚種を選び出す．このような順序によって次第に類似度の高い魚種から低いものへと選別を拡げ，全魚種を数個の群に分割する．一部の魚種は複数の群に含まれるが，重複させたまゝ検討を進める．

次に類似度指数の補数（$1-C_\lambda$）を求め，その値を

各魚種間の類似性の強さを示す距離とする．すなわち，距離が小さいほど類似性が強いことを意味する．この距離が0.05以下の魚種はその胃内餌生物組成が同一であるとみなして1つの点でまとめて表わすことにする．各群内でこの距離が最も小さい2魚種を選び出し，その距離を図表上に取る．さらに，この両種と最も近い距離にある魚種を選び出し，先に図表上に乗せた2点からの相対距離に基づいて位置を定める．以後，同じ手順にしたがって次の魚種の位置を決めてゆく．各群の構成魚種が多い場合には基準とした3魚種からの距離が必らずしも1点に交わるとは限らない．このような場合には，より近い距離にある2基準魚種からの距離を優先させ，第3の魚種からの距離および同一群内の他の魚種からの距離を参考にして位置の決定を行なった．

各群内の各魚種の相対関係が決定された後に，それらの群間の相互位置の検討を行なう，群間の位置は，各群内で最初の位置決定に用いられたそれぞれの2魚種の距離に基づいて定めるが，両群間に重複して含まれる魚種や，比較的近い距離を示す魚種があればそれらも考慮する．

類似度指数が0.950以上の値を示す魚種は，その胃内餌生物組成がほゞ等しいと考えられる．そこで，これらの魚種のさらに詳細な相対関係を求めなければならない．このように胃内餌生物組成が極めてよく似ている魚種では，それらが最も多く捕食している餌生物は共通している．そこで，その捕食順位が1位にある餌生物を除いた胃内餌生物組成についての類似度を求め，前記と同一の手順でもって，それらの魚種の相対関係を図示した．

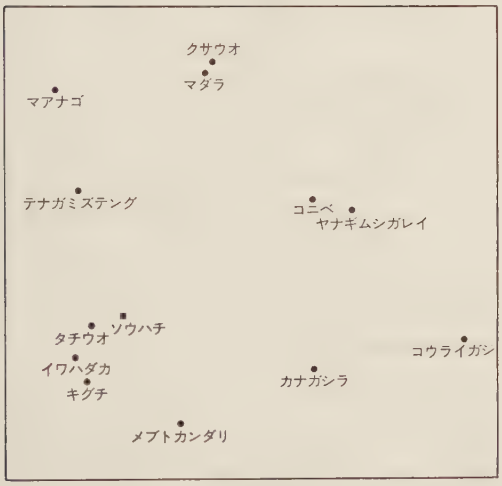


Fig. 3-6. 胃内餌生物組成の類似度からみた魚種相互間の捕食様式の類似性を示す模式図—A群集
Graphic representation of the interspecific mutuality among the demersal fishes. Distance between points is inversely proportional to the degree of similarity; Association A.

上記の手順によって，捕食尾数組成に基づく種間関係図を Fig. 3-6～9 に示した．これらの種間関係は相対関係であるため，特に固定された座標軸はない．そこでこれらの魚種の相対関係が最も理解しやすいように，総体的に魚食性の強い魚種が縦軸の上部へ，一方横軸は底生動物食のものが右に，浮遊生物食のものが左になるように考慮して座標軸の位置を決定した．

この相対関係図をみると，先に群に区分された魚種の相対関係が一層明瞭に認識されうる．これらを群集別に胃内餌生物組成を考慮して検討すると，次のような捕食群にまとめられる．

A群集

図中に含まれている魚種の数が少ないが，A群集は本来，他の群集に比べて構成種類は少なく，この相対関係図には主要な魚種はほゞ含まれている．比較的重要な魚種で資料不足のため取り上げられていない魚種としてはキアンコウ・アカエイ・イサゴガンギエイ・ヒラメ・コウライマナガツオなどがある．大別して次の3つの食性群に分けられる．

オキアミ捕食群：ソウハチ・タチウオ・イワハダカ・キグチ（メブトカンダリ）

オキアミへの依存度は，ソウハチ・タチウオが最も大きく，イワハダカ・キグチではかい脚類も同程度に捕食している．メブトカンダリはオキアミも多食しているが，かい脚類の方をより多く捕食しており，イワハダカ・キグチに類似している．

エビ捕食群：マダラ・クサウオ・コニベ（マアナゴ・テナガミズテング）

マダラ・クサウオは，エビ（小）を多食しているが，マアナゴ・テナガミズテングはエビ（小）よりも魚類（小が主体）を幾らか多く捕食しており，前2者と若干相違しているが，その差は小さく同じ群と考えてよいであろう．

底生生物捕食群：カナガシラ・ヤナギムシガレイ・コウライガジ

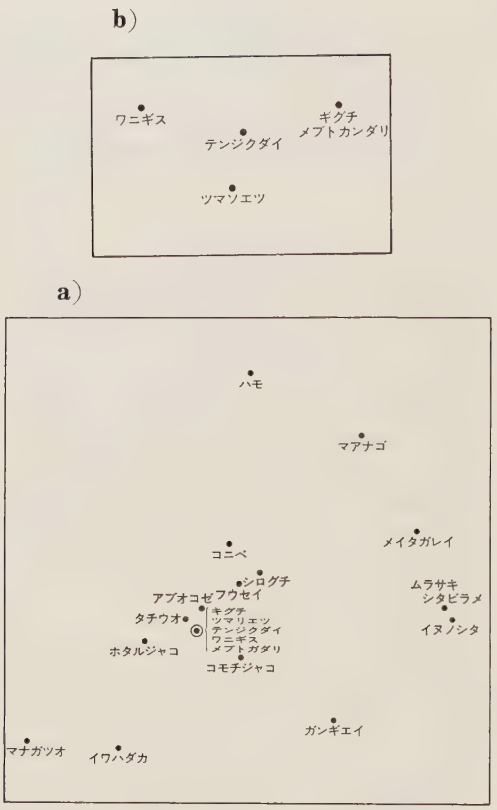


Fig. 3-7. 胃内餌生物組成の類似度からみた魚種相互間の捕食様式の類似性を示す模式図—B群集
a)：全魚種
b)：類似度が極めて高い魚種（C_λ 0.99以上，Fig. a では◎で示されている）の相対関係図
Graphic representation of the interspecific mutuality among the demersal fishes. Distance between points is inversely proportional to the degree of similarity ; Association B.
a) : All fishes.
b) : Fishes for which highest degree of similarity (0.99 and over of C_λ) was observed. In Fig. 3 7a, these fishes are combined and indicated by ◎ mark.

いずれの魚種もヨコエビ類を多く捕食しているが，カナガシラはマルソコシラエビを，コウライガジはクモヒトデを最も多く捕食しており，3者間で僅かに異なる．すなわち，カナガシラが若干上層にあり，コニベ・ヤナギムシガレイがその下層で捕食し，コウライガジが最も底層で捕食活動を行なっていると考えることができる．

B群集

この群集の種の相対関係および構成種類は，地理的な関係と同様にA・C群集の中間にあるが，各捕食群の性質は若干A群集の方に近いように思われる．

オキアミ捕食群：キグチ・メブトカンダリ・ツマリエツ・テンジクダイ・ワニギス・タチウオ・アブオコゼ・コモチジャコ・イワハダカ

前7魚種は極めて類似した胃内餌生物組成を示すが，オキアミの次に多く捕食している餌によって，キグチ・メブトカンダリ（かい脚類），タチウオ・ワニギス・テンジクダイ（マルソコシラエビ），ツマリエツ（アミ）およびアブオコゼ（クラゲノミ）の4群に細分される．コモチジャコもオキアミを最も多く捕食しているが，次に多いヤムシとの差が僅かであり，前7種類とは若干異なる．イワハダカはアミ（大）が最も多くオキアミはその次に多い餌であり，前8魚種との類似度も低いが，その他の群に比べるとこの群に最も近いと考えられる．

オキアミ・エビ・かい脚類混食群：コニベ・フウセイ・シログチ

前者と比較的高い類似度を示すが，この3魚種相互間では特に高い類似度を示しており別群とした．この3魚種は数量の順位には相違があるが，オキアミ・エビ（小）およびかい脚類がほゞ同じ位の数量でいずれも上位を占めており，これら3者の混食群とみなされる．

底生生物捕食群：イヌノシタ・ムラサキシタビラメ・メイタガレイ・ガンギエイ

前3魚種はヨコエビ主食群であり，その依存度はメイタガレイが最も高く，イヌノシタ・ムラサキシタビラメは，ヨコエビ類に次いで多毛類も多く捕食しており，この2魚種の類似度は非常に高い．ガンギエイの胃内餌生物組成は他の3魚種と余り似ていないが，他の群に比べると最もこの群に近いと考えられる．

魚類捕食群：ハモ・アナゴ

ハモは魚類よりもカニ類を多く捕食しているが，魚類を最も多く捕食しているアナゴと最も高い類似度を示すので，この両者をまとめて魚類捕食群とした．カニに対する依存度は両種とも高く，魚類主食群とはいえない．

浮遊生物捕食群：マナガツオ

他の種と大きく相違する．捕食された餌生物は先ず食道糞を通るので，壊れ易い餌生物は胃内容物中に確

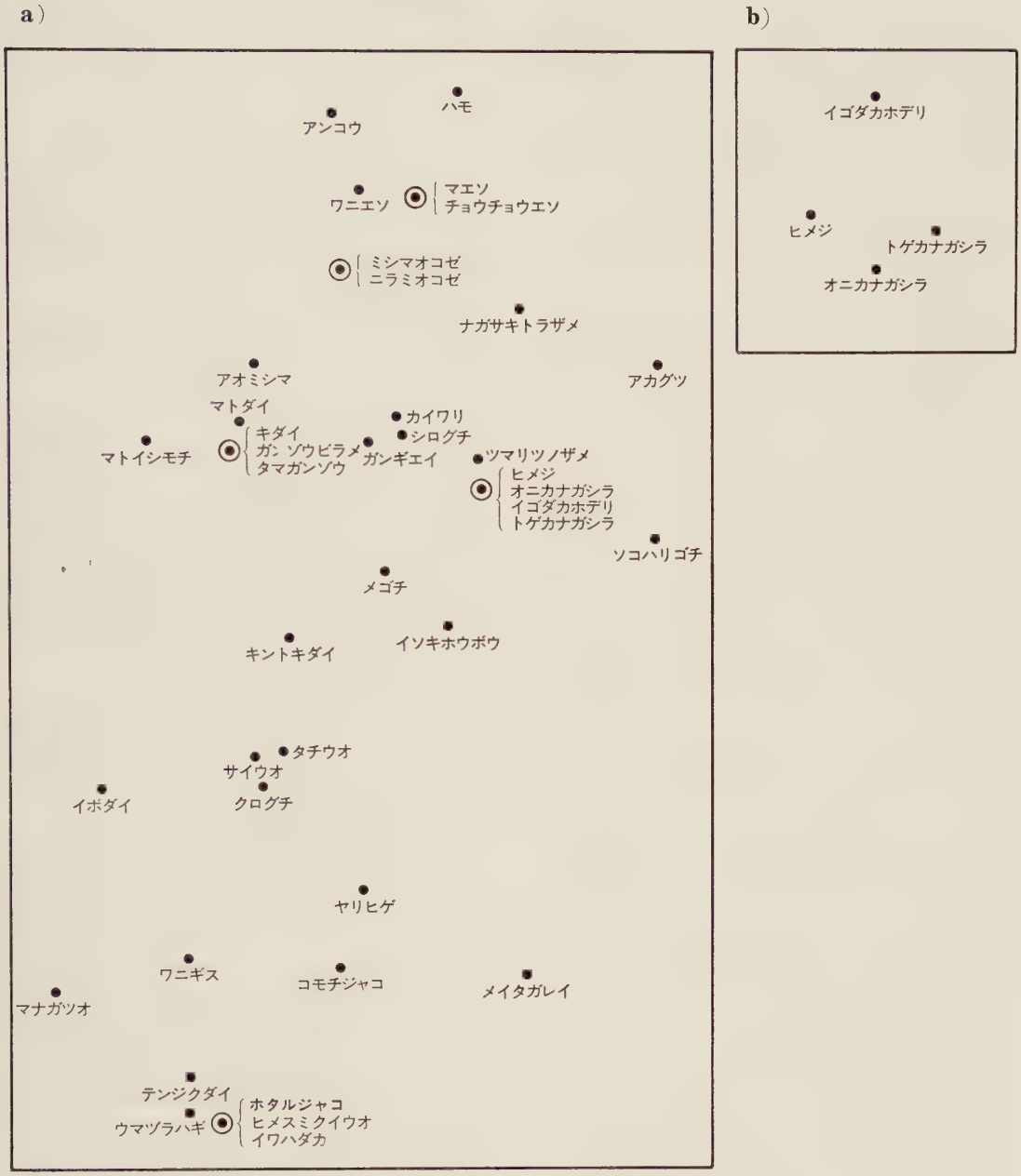


Fig. 3 8. 胃内餌生物組成の類似度からみた魚種相互間の捕食様式の類似性を示す模式図—C群集
a)：全魚種　b)：類似度が極めて高い魚種（C_λ 0.99以上，Fig. a では◎で示されている）の相対関係図
Graphic representation of the interspecific mutuality among the demersal fishes. Distance between points is inversely proportinal to the degree of similarity; Association C.
a): All fishes. b): Fishes for which highest degree of similarity (0.99 and over of C_λ) was observed. In Fig. 3-8a, these fishes are combined and indicated by ◎ mark

認できる形で残らないため，正確な胃内餌生物組成を知ることが困難である．しかし，消化された灰白色の繊維状のものや，黄色の肉片の消化物のようなものが多く認められ，浮遊甲殻類の殻や，サルパ片，やむし顎毛，稚魚断片および多毛類遊在目の頭部などが認められ，プランクトン類全般を捕食していると考えられる．種類の確認された餌の組成においても他の種とはほとんど類似性が認められない．

C群集

種類数が多く，各魚種の資料数も多く，最も複雑な種間関係が得られ，まとめられた群の数も最も多い．

魚類捕食群：アンコウ・ワニエソ・マエソ・チョウチョウエソ・ミシマオコゼ・ニラミオコゼ・アオミシマ・マトウダイ

胃内餌生物に魚類の占める割合の最も高いのはアンコウであり，エソ類3魚種は魚類に次いでエビ類も多く捕食し，ミシマオコゼ・ニラミオコゼでは魚類・エビ類の両者の比率に余り差はない．アオミシマとマトウダイは図の中では他の6魚種よりむしろ次のエビ（小）主食群に近いが，これは資料数が少ないためと考えられ，魚類・エビ類以外では僅かな種が少量認められるのみであり，この群に属させるのが妥当と考えられる．

エビ捕食群：キダイ・タマガンゾウビラメ・ガンゾウビラメ・マトウイシモチ

前3者は極めて類似度が高く，エビ（小）を他のものより著るしく多く捕食しており，エビ（小）類が主要な餌となっていると考えられる．マトイシモチはエビ（小）の他にオキアミも多く捕食しており，前3魚種に比べ，エビ（小）に対する依存度は若干低い．

マルソコシラエビ捕食群：ヒメジ・イゴダカホデリ・オニカナガシラ・トゲカナガシラ・ツマリツノザメ・シログチ・カイワリ・ガンギエイ

マルソコシラエビは，カバーネットおよび中層稚魚ネットでも多く採集され，環境中に多量に分布していると考えられる餌生物の1つである．前4魚種は，これを非常に多く捕食しており，マルソコシラエビ主食群と言ってよいであろう．シログチ・カイワリ・ガンギエイはマルソコシラエビも多食しているが，エビ（小）も多く，両餌生物の割合は接近している．この両者の中間にツマリツノザメが位置していると考えられる．この群はエビ捕食群と非常に類似しているが，構成魚種数が多いので，エビ捕食群の特殊群として区別することにした．

オキアミ捕食群：タチウオ・クログチ・サイウオ・キントキダイ

前3魚種は，ともに他の餌生物に比べて1桁多くオキアミを捕食しており，オキアミ主食群と言うことができる．キントキダイはオキアミも多いが，その他に多種類の餌生物を捕食しており，それらとオキアミとの差が前3魚種に比べて小さい．

かい脚類捕食群：ホタルジャコ・ヒメスミクイウオ・イワハダカ・ワニギス・テンジクダイ・コモチジャコ・ウマヅラハギ

前3魚種，特にホタルジャコはかい脚類を多量に捕食し，かい脚類を主食としていると考えられる．ワニギス・テンジクダイはかい脚類の他にオキアミも多く捕食し，コモチジャコは，ヨコエビにも依存する度合が大きく，準かい脚類捕食群と言えよう．ウマヅラハギはかい脚類も多く捕食しているが，この群の他の種が全く捕食していないカレイ類・底生性動物なども捕食しており，底生生物捕食群との中間に位置していると考えられる．

底生生物捕食群：メゴチ・キホウボウ・ヤリヒゲ・メイタガレイ・アカグツ・ソコハリゴチ・ナガサキトラザメ

この群はさらに3つの群に分けられる．

エビ・アミ混食群：メゴチ・キホウボウがこれに入る．この群はエビ捕食群とマルソコシラエビ捕食群の中間の位置にあるが，その特徴はむしろアミを多く捕食している点にある．

ヨコエビ捕食群：ヤリヒゲ・メイタガレイがこの群に入る．ヤリヒゲが最も多く食べている餌はオキアミであり，オキアミ捕食群にも近いが，オキアミを主食とする群はヨコエビはほとんど食べておらず，メイタガレイとヨコエビ捕食群を構成すると考えた方が妥当であろう．

カニ捕食群：この群にはソコハリゴチ・ナガサキトラザメ，アカグツが属している．前2魚種はともにカニが捕食順位で1位である．アカグツはシャコが1位であり，2位のカニと合せると総捕食数量の80%以上となり，餌としてのカニの重要性は高い．

浮遊生物捕食群：マナガツオ・イボダイ

両種は全く同じ食性にあると思われるが，組成の類

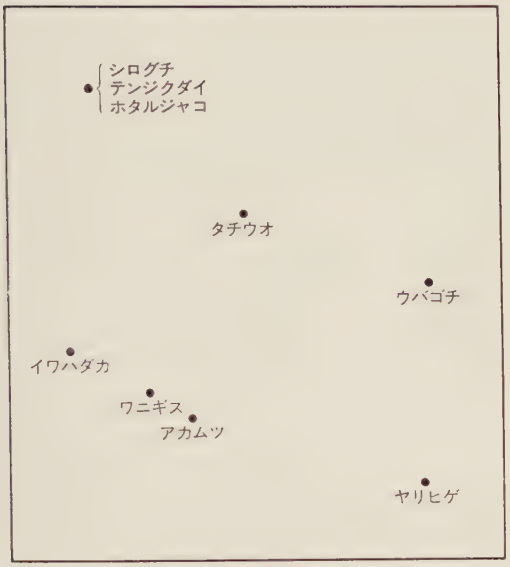


Fig. 3-9. 胃内餌生物組成の類似度からみた魚種相互間の捕食様式の類似性を示す模式図—D群集
Graphic representation of the interspecific mutuality among the demersal fishes. Distance between points is inversely proportional to the degree of similarity; Association D.

似度は余り高くない．これは前述したように咀嚼されて主要な餌の種類の判定が困難なため，偶然的変動が入り込み易いせいであろう．餌生物組成をみてもマナガツオではヤムシが若干記録されているのに，イボダイにそれがないのみで，他の組成はほゞ一致している．それで，この両種は図よりももっと近い位置を示すものと考えられる．

D群集

調査点数および採集資料数が極端に少ないため，この群集の実態を把握することが出来なかった．僅かな資料から次の3群が識別された．

オキアミ捕食群：シログチ・テンジクダイ・ホタルジャコ・タチウオ

かい脚類捕食群：ワニギス・アカムツ・イワハダカ

底生生物捕食群：ヤリヒゲ・ウバゴチ

このように多数の魚種を数個の捕食群に分けてみると，さらに2つの捕食系列に大別することができる．すなわち，植物プランクトンから始まって，動物プランクトンから小型魚類を経て，魚食性魚類に達する捕食の系列と，デトライタスを出発点として，底生動物-甲殻類-小型魚類と連なり，同じく魚食性魚類で終る系列である．この2つの系列は完全に独立したものではなく相互に交錯しているが，主要な流れはそれぞれ分離していると考えられる．その各過程の各部分を構成する動物群を主要な餌生物としている捕食群がその2つの流れに沿って連なっていると考えることができよう．したがって，この2つの捕食系列に沿って配列された各捕食群と，その捕食群内での各魚種の相対位置関係によって，底魚類の生態的地位を表わすことができるであろう．先に示した各魚種の相対関係図が，ほゞそのような各魚種の相対的な位置を示しており，各魚種の占めている位置が生態的な地位に相当するとみなすことができる．

そこでこれらの各捕食群の量的相互関係について検討した．まず，捕食群別漁獲量の経年的変化を求めた．近縁種が類としてまとめられている統計魚種の中には捕食群を異にする魚種が含まれている．これらの類としてまとめられている項目内の魚種組成は，年によっても変化すると同時に，大型の魚種または経済価値の高い魚種ほど早く減少するなど，その変化の方向には継続性があると考えられる．また，魚種項目も1968年を境に4魚種が削減され，新たに3魚種が加えられるなどその連続性にも問題がある．したがって，現在の相互関係を比較するに止めた．

各魚種の最近5ケ年間（1978年～1982年）の平均漁獲量を求め，各捕食群ごとに集計した．カレイ類・サメ類の構成魚種は，複数の捕食群における重要種が混合しているので，次章の Table 4-3 に示されている魚種別配分比に基づいて区分した．得られた百分率をみるとエビ捕食群が最も多いが，シログチ1種のみでその半分以上が占められており，この数値が捕食群としての優位性を示すものかどうか若干の疑問が残る．このエビ捕食群と底生生物食群とを加えてデトライタス起源の底魚類とみなし，オキアミ食群と浮遊生物食群とを加えた．プランクトン起源の底魚類とを比較すると，前者は後者の1.8倍にあたり，底魚類におけるデトライタスの重要性を知ることができる（Table 3 9）．

4）　形態的特性による捕食群の魚種組成の比較

胃内餌生物組成に基づいて，各魚種を捕食群に区分した．この各捕食群を前章の形態的諸特性の検討結果と比較した．形態の比較においては，群集としてA・

Table 3-9. 漁獲量の捕食群別比率，1978～1982
Percentage catch composition and average catch by feeding groups for the years 1978～1982.
Unit : ton

Fish feeding group		Shrimp feeding group		Benthos feeding group		Euphausiid feeding group		Plankton feeding group	
魚種名 Species name	Catch	魚種名 Species name	Catch	魚種名 Species name	Catch	魚種名 Species name	Catch	魚種名 Species name	Catch
ハモ(183)	13315	キダイ(85)	3968	メイタガレイ(235)	1285	キグチ(84)	3971	マナガツオ(226)	9601
ワニエソ(249)	9562	マダイ(221)	702	シタビラメ(44)	4935	クログチ(93)	72	イボダイ(40)	973
		シログチ(130)	21549	ナガサキトラザメ(165)	27	タチウオ(144)	12197	ツマリエツ(153)	64
		ホンニベ(214)	1025	コチ(109)	2336	ソウハチ(141)	517		
		カナガシラ・ホウボウ(208)	1594						
		ヒラメ・カレイ(75)	7364						
		サメ(175)	735						
		エイ(53)	4958						
Total	22877		41895		8583		16757		10638
Percent	22.4		40.9		8.4		16.4		10.4

Figures in parenthesese indicate species number in Suppl. table 1-1.

C群集がとりあげられている．そこで，その中間域に当たるB群集に属する魚種は，分布の中心位置にしたがってA・C両群集にふり分けて検討を行なった．

捕食群内における比較

各捕食群に属する魚種には，いずれの捕食群とも複数の形態的魚種区分の魚種が混在している．先ず，魚類捕食群についてみると，Table 2-14 における魚種区分のⅠ，Ⅱ，ⅢおよびⅣ型に属する魚種が含まれている，Ⅰ型に属する魚種はアンコウ類であり，これはⅠ型であっても特殊型に属する．すなわち，アンコウ類の場合には捕獲形態はⅢ型に属する魚種と同一であるが，運動形態はⅠ型に属しており，同じ魚類捕食群であっても捕食の様式が異なっていることがわかる．このアンコウに運動形態で類似している魚種がミシマオコゼ類である．この両類は着底型であり，餌生物を待ち伏せして捕える消極的な捕食法をとっている．しかし，ミシマオコゼ類の口および歯はそれ程大きくなく，その結果魚類捕食群の中では魚類の捕食割合が最も低いことを立証している．マトウダイは，口は大きいが歯が極めて小さいためⅣ型に区分されている．この魚種の口は開口時に突出し，その伸長度も著しい．この機構が捕獲における歯の役割を代行していると考えられる．同様の機構を有するアカヤガラも同様に魚類捕食性が強いことも，この事実を裏付けているとも思われる．しかし，その捕食している魚類は，エソ類・アンコウ類に比べて著しく小型である．

次にエビ捕食群はⅠ，Ⅲ，ⅣおよびⅤ型を含んでいる．ガンゾウビラメ類は，捕獲形態ではⅣ型の魚種と類似しているが，餌生物を攻撃する前の状態が非常に異なっている．すなわち，Ⅳ型の魚種は餌生物を上から攻撃するが，ガンゾウビラメ類は下から攻撃すると推測される．マアナゴおよびテナガミズテングの形態的な類似種は，魚類捕食群に入れられている．このことは，これらの両種がエビ（小）に次いで小型の魚類を多く捕食していることと符合している．このように胃内餌生物組成の内容が，形態特性によって明確に説明しうるということは，胃内容物組成がそれらの魚種の食性をよく表わしている証拠であると考えることもできよう．そのことは，マトイシモチがオキアミをエビ（小）に次いで多食している事実とその所属する形態的区分がⅤ型である事実とが，論理的によく合致していることにも同様に当てはまるであろう．

マルソコシラエビ捕食群は，その主食であるエビ類の種類がさらに小型な種である点を除けば，エビ捕食群と基本的に同じであり，その所属する魚種の形態区分もよく対応している．C群集においてはカナガシラ類がこの群の主要構成種であり，マルソコシラエビに対する依存度は他の魚種より高い．一方，対応種であ

るカナガシラは，A群集においては底生生物捕食群に区分されている．しかし，カナガシラが2番目に多く捕食している餌生物はマルソコシラエビであり，これはマルソコシラエビの分布量が黄海域では少ないために生じた結果であると推測され，餌生物の分布状態によって胃内餌生物組成が変化した実例と考えられよう．

キグチおよびクログチはオキアミ捕食群に含まれているが，これは資料が幼魚に偏っているためであり，本来はコニベおよびシログチと同様に，エビまたはマルソコシラエビ捕食群に属するものと考えられる．この群にはタチウオも含まれている．しかし，タチウオは捕食形態による区分では，魚類捕食群に最も適合した区分に分類されているにも係らず，生態の異なる多様な餌生物を捕食しており，捕食に関する諸形態が指し示す捕食に関する能力と胃内餌生物組成が大きく食違っている．このような特性を持つ魚種はタチウオのみであり，特殊な捕食様式をもつ魚種として別個に区分すべきであろう．

かい脚類捕食群はA群集にはほとんど認められない．イワハダカおよびコモチジャコの対応種ヤキインハゼが分布しているが，黄海域で採集されたイワハダカはオキアミを最も多く捕食しており，ヤキインハゼはコモチジャコ同様他の5魚種と異なって着底型に属し，若干生態を異にしている．ワニギスを除いて，他の4魚種はいずれも鰓耙型に相当するV型であり，かい脚類を捕食するのに適していることがわかる．ワニギスとこれら4種との間にどのような相違があるのか，現在の資料からは不明である．東シナ海域の底魚類の主要な被捕食魚類として7魚種があげられるが，オキアミ捕食群に属するサイウオを除き6魚種がこの捕食群に属している．

底生生物捕食群に属する魚種は，全て1およびII型に属している．このことは，この捕食群の特徴が，捕獲形態より運動形態によってより強く規定されていることを示しているものと考えられる．しかし，その捕食している底生生物は極めて多様であり，その側面からみると捕獲形態の特殊化が認められる．C群集においては，この捕食群はさらに3群に分けられているが，形態の上からもこの再区分の必要性が裏付けられると考えられよう．

胃内餌生物組成に基づいて，各魚種は捕食群に分類されたが，さらに詳細に検討すると，各捕食群にまとめられた魚種間にもそれぞれ相違が認められる．それらの相違の内容の多くが，形態的な特性によって明確に説明され得ることがわかった．

捕食群間における比較

各捕食群の構成種をみると，分類学的に近縁であり，形態的な区分でも同一区分に属する魚種が，捕食群においても同一群に含まれている場合が多い．すなわち，エソ類，カナガシラ類，ミシマオコゼ類およびウシノシタ類がこれにあたる．これらの魚種は，多くの場合混在しており極めて激しい競争関係にあると考えられる．したがって，これらの魚種の捕食行動における共通点および相違点をさらに詳しく検討する必要がある．

また，一般に同じ捕食群に属すると考えられている魚種でありながら，異なる捕食群に分かれるものもある．その例の1つが一般には浮遊生物食と考えられているエツ類およびキントキダイ類である．この2種類にマナガツオ類，イボダイ類を加えた4種類が浮遊生物を主に捕食している底魚類の代表種である．しかし，これらは形態的には非常に異なっている．マナガツオ，イボダイ類は口が小さく鰓耙も貧弱である．遊動形態からみると，エツ類が最も活動性が高い．これらのことを綜合すると，その捕食の様式としてa）ゆっくり遊泳しながら吸い込むように捕食する，b）比較的活発に遊泳し口を頻繁に開閉して捕食する，c）口を大きく開き，鰓耙で餌生物を濾しながら活発に泳ぎ廻る，という3つの型に分けられる．この各型にそれぞれマナガツオ・イボダイ類・キントキダイ類およびエツ類が相当していると考えられる．したがって，エツ類とキントキダイ類は同じオキアミ捕食群に属し，A，C群集の対応種となっているが，その捕食の様式は異なっており，今後の検討にあっては充分にこの点を考慮する必要があろう．

群集間の比較

形態的な区分において，A・C群集間における最も大きな相違は，A群集の遊泳追跡型（III型）の魚種が極端に少ない点にあった．捕食群についてA・C群集を比較すると，A群集にはエビ捕食群・オキアミ捕食群および底生生物捕食群があげられているのみである．しかし，資料不足のためあげられていない魚種としてキアンコウおよびコウライマナガツオがあり，こ

Table 3-10. 同一捕食群に属する魚種間の分布の重複度—魚類捕食群
右表：一方の種の他方の種に対する重複度　左表：右表の平均値
Degree of distributional overlapping between species within the same feeding group: Fish feeding group.
Right table shows degree of overlap calculated mutually of one species with another. Left table shows averaged degree of overlap.

First sampling cruise (1-1)

Species number	魚種名 Species name	217 マエソ	150 チョウチョウエソ	232 ミシマオコゼ	3 アオミシマ	23 アンコウ
249	ワニエソ	0.860	0.825	0.954	0.274	0.841
217	マエソ		0.973	0.926	0.464	0.891
150	チョウチョウエソ			0.560	0.490	0.754
232	ミシマオコゼ				0.521	0.676
3	アオミシマ					0.236

Second sampling cruise (2-1)

Species number	魚種名 Species name	217 マエソ	150 チョウチョウエソ	232 ミシマオコゼ	3 アオミシマ	23 アンコウ
249	ワニエソ	0.966	0.869	0.939	0.515	0.953
217	マエソ		0.942	0.907	0.429	0.941
150	チョウチョウエソ			0.622	0.666	0.720
232	ミシマオコゼ				0.722	0.892
3	アオミシマ					0.569

Third sampling cruise (3-1)

Species number	魚種名 Species name	217 マエソ	150 チョウチョウエソ	232 ミシマオコゼ	3 アオミシマ	23 アンコウ
249	ワニエソ	0.996	0.862	0.994	0.101	0.918
217	マエソ		0.902	0.915	0.086	0.843
150	チョウチョウエソ			0.924	0.070	0.914
232	ミシマオコゼ				0.162	0.832
3	アオミシマ					0.150

Figures in column of species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

れらはそれぞれ魚類捕食群および浮遊生物捕食群に属すると考えられるので，C群集にあってA群集にない捕食群は，マルソコシラエビ捕食群およびかい脚類捕食群である．このうちマルソコシラエビ捕食群はエビ捕食群の特殊型とも考えられ，マルソコシラエビの分布量が少ない黄海域では独立した捕食群を形成せずエビ捕食群に含まれていると考えられる．したがって，事実上A群集にない捕食群はかい脚類捕食群である．この群は，小型の魚類であって，ホタルジャコを除くと成体になっても全長が 10cm を超えることはなく，ホタルジャコでも全長15cmを超えるものは極めて少ない．したがって，これらの魚種は，餌生物として魚類の中で最も多く捕食されており，魚類捕食群に属する魚種の主要な被捕食魚類となっている．A群集の生息している黄海域にはこれらのうちイワハダカおよびホタルジャコが若干分布しているが，それらはこの両種の分布の周辺部であり，量も少なく季節的な変動も大きく餌生物として安定していない．これらの魚種に代るものとしてはカタクチイワシがあるが，カタクチイワシは東シナ海にも分布しており，小型の被捕食魚類の量は東シナ海に比べると非常に少ないものと考えられる．このことは，黄海域のかい脚類の分布量が，東シナ海南部域に比べて非常に少ないことからも推測される．すなわち，第3次調査における垂直びきプラン

Table 3-10. (continued)

(1-2)

Species number	魚種名 Species name	249 ワニエソ	217 マエソ	150 チョウチョウエソ	232 ミシマオコゼ	3 アオミシマ	23 アンコウ
249	ワニエソ		0.720	0.651	0.919	0.455	0.681
217	マエソ	1.000		0.946	1.000	0.884	0.924
150	チョウチョウエソ	1.000	1.000		1.000	0.838	0.936
232	ミシマオコゼ	0.989	0.852	0.119		0.211	1.000
3	アオミシマ	0.093	0.043	0.043	0.830		0.429
23	アンコウ	1.000	0.857	0.571	0.352	0.043	

(2-2)

Species number	魚種名 Species name	249 ワニエソ	217 マエソ	150 チョウチョウエソ	232 ミシマオコゼ	3 アオミシマ	23 アンコウ
249	ワニエソ		1.000	1.000	1.000	0.857	0.910
217	マエソ	0.931		0.985	1.000	0.619	0.881
150	チョウチョウエソ	0.738	0.898		1.000	0.762	0.440
232	ミシマオコゼ	0.878	0.813	0.244		1.000	0.914
3	アオミシマ	0.173	0.238	0.569	0.443		0.857
23	アンコウ	0.996	1.000	1.000	0.869	0.280	

(3-2)

Species number	魚種名 Species name	249 ワニエソ	217 マエソ	150 チョウチョウエソ	232 ミシマオコゼ	3 アオミシマ	23 アンコウ
249	ワニエソ		0.992	0.725	0.987	0.013	1.000
217	マエソ	1.000		0.843	0.934	0.016	0.901
150	チョウチョウエソ	1.000	0.960		0.880	0.045	1.000
232	ミシマオコゼ	1.000	0.895	0.967		0.167	1.000
3	アオミシマ	0.188	0.156	0.094	0.156		0.188
23	アンコウ	0.836	0.767	0.828	0.664	0.111	

クトンネットによるかい脚類の採集量を比較すると，黄海域（平均3969個体）は東シナ海域（平均10036個体）の40%に過ない．大型のかい脚類のみが採集される中層稚魚ネットによる採集量はさらに少なく，2次調査においては9.8%，3次調査では14.1%であった．したがって，形態による魚種区分のⅢ型に属する魚種のように，活動的で魚類を主要な餌生物としている魚種にとっては，黄海は生息し難い海域であると推測される．A群集にⅢ型の魚種がほとんどみられず，この型の唯一の種であるテナガミズテングの捕食餌生物の順位も，魚類がエビ（小）に次いで2位にある理由が，このことからも理解され得るであろう．

胃内餌生物組成に基づいて区分された捕食群と，捕食に関連する諸形態に基づく区分とを比較してきたが，両区分が密接な関係にしたがって構成されていることがよくわかった．胃内容物の分析に基づいて得られた胃内餌生物組成は，魚類の捕食に関する確実な情報ではあるが，魚類の捕食の結果を明らかにし得るに過ぎず，この情報からはそれらの捕食に関連して作用したであろうと考えられる多くの側面を知ることはで

Table 3-11. 同一食群に属する魚種間の分布の重複度—エビ捕食群
右表：一方の種の他方の種に対する重複度　左表：右表の平均値
Degree of distributional overlapping between species within the same feeding group: Shrimp feeding group
Right table shows degree of overlap calculated mutually of one species with another. Left table shows averaged degree of overlap.

Second sampling cruise (1-1)

Species number	魚種名 Species name	61 オニカナガシラ	64 カイワリ	189 ヒメジ	159 トゲカナガシラ
27	イゴダカホデリ	0.690	0.743	0.885	0.486
61	オニカナガシラ		0.988	0.999	0.713
64	カイワリ			0.992	0.548
189	ヒメジ				0.527

Third sampling cruise (2-1)

Species number	魚種名 Species name	61 オニカナガシラ	64 カイワリ	189 ヒメジ	159 トゲカナガシラ	154 ツマリツノザメ
27	イゴダカホデリ	0.666	0.858	0.905	0.248	0.467
61	オニカナガシラ		0.842	0.965	0.658	0.647
64	カイワリ			0.840	0.576	0.566
189	ヒメジ				0.542	0.532
159	トゲカナガシラ					0.990

Sampling cruise by R.V. Yōkō Maru, Oct. 1980 (3-1)

Species number	魚種名 Species name	61 オニカナガシラ	64 カイワリ	189 ヒメジ	159 トゲカナガシラ	72 カナド	142 ソコカナガシラ
27	イゴダカホデリ	0.851	0.913	0.879	0.495	0.108	0.291
61	オニカナガシラ		0.864	0.939	0.645	0.819	0.648
64	カイワリ			0.966	0.585	0.767	0.602
189	ヒメジ				0.700	0.764	0.721
159	トゲカナガシラ					0.745	0.592
72	カナド						0.989

Figures in column of species number indicates species number in Suppl. table 1-1.

きない．したがって，「何故このような結果にいたったか」を知るためには，その他の側面からの調査・研究を併せて行なうことが必要である．それらの多くの側面のうちでも最も重要なものは，餌生物の生態と捕食に関連する諸器官の形態の研究であるということが，以上の諸検討からも認識され得る．

5) 同一捕食群に属する魚種の分布

各捕食群に属する魚種の中には，胃内餌生物組成の極めて良く似た魚種が認められ，これらの魚種は餌をめぐって非常に強い競争関係にあることが推測される．一方，このような魚種間には，競争を緩和するための何らかの機構が働いているものと考えられている．そのなかで最も端的なものは，生活の場の地理的な分離であろう．そこで，これらの魚種の水平的な分布の重複割合を調べた．特に，資料数も多く生態的にも重要な魚類捕食群・エビ捕食群・浮遊性生物捕食群・底生生物捕食群の各捕食群内の魚種を取り上げ検討した．

分布の重複度を表わす指数は種々報告されており，前述の類似度指数もその一つである．しかし，この指数は，出現頻度の高い部分，すなわちこの場合には分布の中心部が重複している程度を比較するには鋭敏であり適切な指数であるが，分布の周辺部すなわち分布範囲の種複程度を表わすには非常に鈍感であり，適し

Table 3-11. (continued)

(1-2)

Species number	魚種名 Species name	27 イゴダカホデリ	61 オニカナガシラ	64 カイワリ	189 ヒメジ	159 トゲカナガシラ
27	イゴダカホデリ		0.968	1.000	1.000	0.065
61	オニカナガシラ	0.411		1.000	1.000	0.426
64	カイワリ	0.485	0.976		0.984	0.096
189	ヒメジ	0.770	0.999	1.000		0.053
159	トゲカナガシラ	0.906	1.000	1.000	1.000	

(2 2)

Species number	魚種名 Species name	27 イゴダカホデリ	61 オニカナガシラ	64 カイワリ	189 ヒメジ	159 トゲカナガシラ	154 ツマリツノザメ
27	イゴダカホデリ		0.987	0.947	0.980	0.040	0.040
61	オニカナガシラ	0.345		0.977	0.989	0.315	0.315
64	カイワリ	0.768	0.707		1.000	0.152	0.152
189	ヒメジ	0.830	0.941	0.680		0.084	0.084
159	トゲカナガシラ	0.455	1.000	1.000	1.000		1.000
154	ツマリツノザメ	0.894	0.979	0.979	0.979	0.979	

(3 2)

Species number	魚種名 Species name	27 イゴダカホデリ	61 オニカナガシラ	64 カイワリ	189 ヒメジ	159 トゲカナガシラ	72 カナド	142 ソコカナガシラ
27	イゴダカホデリ		0.996	0.936	0.945	0.206	0.056	0.001
61	オニカナガシラ	0.706		0.727	0.878	0.290	0.637	0.295
64	カイワリ	0.890	1.000		0.978	0.169	0.541	0.204
189	ヒメジ	0.812	1.000	0.953		0.399	0.528	0.442
159	トゲカナガシラ	0.784	1.000	1.000	1.000		0.595	0.595
72	カナド	0.159	1.000	0.992	1.000	0.894		0.977
142	ソコカナガシラ	0.581	1.000	1.000	1.000	0.589	1.000	

ていない．ここで求めたいのは，分布の中心のずれよりもその分布範囲のずれであり，その点から考えて類似度指数は分布の重複割合を比較する指数として用いるには適切でない．そこで，ここでは次のような方法で2魚種間の分布の重複度の指数を求めた．

先ず，調査点別に検討対象であるA，B両種の漁獲尾数を求める．最初にA種の漁獲尾数のうち，B種が同時に漁獲された調査点を求め，この各調査点から漁獲された尾数の合計をA種の総漁獲尾数でわる．同様にB種についてもA種と同時に，漁獲された尾数の合計をB種の総漁獲尾数でわる．この2つの数値の平均値をA・B両種間の分布の重複度を示す指数とした．すなわち，完全に分離しておれば0，分布が完全に一致している場合にのみ1.00となる，一方が他方の分布範囲に包含される場合には1.00にはならない．得られた指数に基づいて捕食群別に分布の重複の割合を調べた．

魚類捕食群の分布：ワニエソ・マエソ，チョウチョウエソ・ミシマオコゼ・アンコウ

これらの魚種の分布の重複度は高い．特に餌生物の

Table 3 12. 同一食群に属する魚種間の分布の重複度—オキアミ捕食群
右表：一方の種の他方の種に対する重複度　左表：右表の平均値
Degree of distributional overlapping between species within the same feeding group: Euphausiid feeding group
Right table shows degree of overlap calculated mutually of one species with another. Left table shows averaged degree of overlap.

First sampling cruise (1-1)

Species number	魚種名 Species name	153 ツマリエツ	20 アブオコゼ	238 メブトカンダリ	78 カンダリ	144 タチウオ
84	キグチ	0.954	0.393	0.600	0.504	0.702
153	ツマリエツ		0.384	0.560	0.525	0.705
20	アブオコゼ			0.338	0.583	0.866
238	メブトカンダリ				0.700	0.426
78	カンダリ					0.498

Third sampling cruise (2-1)

Species number	魚種名 Species name	153 ツマリエツ	20 アブオコゼ	238 メブトカンダリ	78 カンダリ	144 タチウオ
84	キグチ	0.884	0.843	0.484	0.478	0.917
153	ツマリエツ		0.834	0.803	0.633	0.476
20	アブオコゼ			0.464	0.482	0.585
238	メブトカンダリ				0.735	0.285
78	カンダリ					0.455

Figures in column of species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

組成が類似しているエソ類3魚種の分布の重複度は高く，中でも分類学的にも胃内餌生物組成の類似度の高いマエソとワニエソはその分布もよく一致している．この中では資料数の少ないことも影響しているが，最も魚食性が強く，胃内餌生物組成が異なっており，形態特性においても相違の大きいアンコウと他魚種との重複度は低い傾向を示している．地理的にみるとマエソ・チョウチョウエソは中国沿岸寄りに分布し，若干沿性岸が強いと考えられる（Table 3-10）．

エビ捕食群の分布：オニカナガシラ・イゴダカホデリ・カイワリ・ヒメジ

この群には上記の魚種の他に，これらと食性が非常に類似しているトゲカナガシラ・ツマリツノザメがいるが，資料数が他の魚種に比べて極端に少ないため除外した．これらの各魚種間では，いずれも高い重複度を示すが，イゴダカホデリ・オニカナガシラ間は他に比べて若干重複度が低い．これはイゴダカホデリの分布の中心がオニカナガシラより幾分北にあることを示している．しかし，その分布範囲はほとんど重なっているとみることができる．その他の魚種間の重複度は非常に高い．この捕食群に属するトゲカナガシラ・ツマリツノザメおよびカナガシラ類に属するソコカナガシラ・カナドは，いずれの調査でも漁獲量が少なく，他の魚種に比べて資源量は少ないと思われるが，その分布範囲は上記の諸魚種の範囲内にほゞ包含されている（Table 3-11）．

オキアミ捕食群の分布：キグチ・タチウオ・メブトカンダリ・アブオコゼ・カンダリ

タチウオはこの調査域のほゞ全域から漁獲されており，それを全部含めて計算すると重複度が実際の状態より小さくなるので，他の3魚種の合計分布範囲のみに限って計算し，その結果を参考として示した．カンダリは餌生物の資料は求められていないが，メブトカンダリとほゞ同じであると考えられる．

これらの重複度の高い値を示すものを見ると，キグチ・ツマリエツ・アブオコゼおよびタチウオとカンダリ・メブトカンダリの2つの群に分かれる．すなわち，前者のうちタチウオを除く2魚種は，カンダリ・メブトカンダリに比べると，その分布はやゝ南方沖合に拡がっており，その分布域が広いことがわかる（Ta-

Table 3-12 (continued)

(1-2)

Species number	魚種名 Species name	84 キグチ	153 ツマリエツ	20 アブオコゼ	238 メブトカンダリ	78 カンダリ	144 タチウオ
84	キグチ		0.999	0.012	0.275	0.007	0.999
153	ツマリエツ	0.909		0.630	0.303	0.070	1.000
20	アブオコゼ	0.774	0.137		0.203	0.165	0.816
238	メブトカンダリ	0.925	0.816	0.472		0.399	0.816
78	カンダリ	1.000	0.980	1.000	1.000		0.980
144	タチウオ	0.404	0.410	0.915	0.036	0.015	

(2-2)

Species number	魚種名 Species name	84 キグチ	153 ツマリエツ	20 アブオコゼ	238 メブトカンダリ	78 カンダリ	144 タチウオ
84	キグチ		0.985	0.919	0.397	0.048	0.997
153	ツマリエツ	0.782		0.781	0.626	0.273	0.783
20	アブオコゼ	0.766	0.886		0.373	0.056	0.859
238	メブトカンダリ	0.570	0.979	0.554		0.470	0.532
78	カンダリ	0.908	0.992	0.908	1.000		0.901
144	タチウオ	0.836	0.168	0.310	0.037	0.009	

ble 3-12).

かい脚類捕食群の分布：コモチジャコ・サイウオ・イワハダカ・テンジクダイ・ヒメスミクイウオ・ホタルジャコ・ワニギス

これらの魚種は，多くの魚類の主要な餌となっているが，その食性は互いに非常によく類似している．中でもホタルジャコ・ヒメスミクイウオ・イワハダカは極めて類似度が高い．一方分布の状態をみると，ホタルジャコ・ヒメスミクイウオ・ワニギスの重複度が高く，次いでイワハダカ・テンジクダイが高い値を示すが，コモチジャコ・サイウオはいずれの魚種とも特に高い値を示すことはない，このことからこれら7魚種の分布を見ると，ホタルジャコ・ヒメスミクイウオ・ワニギス・サイウオは南寄りであり，テンジクダイ・イワハダカ・コモチジャコが北寄りに分布していることがわかる．南寄りの4魚種の中ではホタルジャコが最も分布が広く，サイウオの分布範囲は最も狭く若干沖合に片寄っている．北に分布する3魚種のうち，コモチジャコは，他の2種に比べると分布域が狭く幾分南寄りである．

これらの魚種はかい脚類を主食とし非常に似た胃内餌生物組成を持っているが，中でもホタルジャコ・ヒメスミクイウオ・イワハダカの組成はよく類似している．この3魚種の胃内餌生物組成から最も多いかい脚類を除いて比較すると，ホタルジャコとイワハダカの類似度が低くなる．ヒメスミクイウオは両者の中間にあるが，ホタルジャコにより近い．イワハダカは分布域においてその中心が他の2魚種と異なるが，ホタルジャコとヒメスミクイウオは食性は極めてよく一致し，さらにその捕食に関与する形態特性においても非常に類似しており，その分布域もほゞ重なっていると考えることができ，この両種の間には非常に強い競争関係があるものと考えられる（Table 3-13).

底生生物捕食群の分布：アカグツ・メイタガレイ・イヌノシタ・ムラサキシタビラメ

これらの魚種間の分布の重複度は余り大きくない．メイタガレイは他と比べて最も分布域が広く，他に対して重複度は高いが，その値は余り大きいとはいえな

Table 3-13 同一食群に属する魚種間の分布の重複度—かい脚類捕食群
右表：一方の種の他方の種に対する重複度　左表：右表の平均値
Degree of distributional overlapping between species within the same feeding group: Copepod feeding group
Right table shows degree of overlap calculated mutually of one species with another. Left table shows averaged degree of overlap.

First sampling cruise (1-1)

Species number	魚種名 Species name	113 コモチジャコ	118 サイウオ	157 テンジクダイ	191 ヒメスミクイウオ	213 ホタルジャコ	250 ワニギス
41	イワハダカ	0.744	0.909	0.978	0.529	0.591	0.643
113	コモチジャコ		0.693	0.837	0.599	0.615	0.847
118	サイウオ			0.846	0.693	0.675	0.667
157	テンジクダイ				0.622	0.781	0.621
191	ヒメスミクイウオ					0.995	0.996
213	ホタルジャコ						0.994

Second sampling cruise (2-1)

Species number	魚種名 Species name	113 コモチジャコ	118 サイウオ	157 テンジクダイ	191 ヒメスミクイウオ	213 ホタルジャコ	250 ワニギス
41	イワハダカ	0.789	0.915	0.645	0.480	0.677	0.532
113	コモチジャコ		0.632	0.584	0.751	0.792	0.716
118	サイウオ			0.509	0.846	0.608	0.757
157	テンジクダイ				0.429	0.593	0.453
191	ヒメスミクイウオ					0.840	1.000
213	ホタルジャコ						0.837

third sampling cruise (3-1)

Species number	魚種名 Species name	113 コモチジャコ	118 サイウオ	157 テンジクダイ	191 ヒメスミクイウオ	213 ホタルジャコ	250 ワニギス
41	イワハダカ	0.977	0.923	0.998	0.757	0.926	0.749
113	コモチジャコ		0.889	0.964	0.859	0.955	0.856
118	サイウオ			0.828	0.983	0.818	0.929
157	テンジクダイ				0.877	0.959	0.966
191	ヒメスミクイウオ					0.990	0.990
213	ホタルジャコ						0.988

Figures in column of species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

い．これらの魚種間の食性は，イヌノシタ・ムラサキシタビラメを除いては余り類似していない．この両種の重複度は他に比べると比較的安定しているが，その値は余り大きくない．これら底生生物捕食群は余り食性も類似していないが，その分布もそれ程重なっていないと考えられる．

食性の類似している魚種間の分布の重複度を主な捕食群ごとに検討した．その結果をみると，食性の類似している魚種が同じ海域に生息する傾向が認められる．これらのうち，分類学的にも類縁関係にあるエソ類3魚種，カナガシラ類3魚種においては，食性が非常に良く似ていると同時に，分布域も全く一致していると考えることができる．また，小型魚7魚種のうち最も食性の類似したホタルジャコ・イワハダカ・ヒメスミクイウオのうち，イワハダカの分布の中心は他2魚種とずれているが，食性も形態特性もより類似しているホタルジャコ・ヒメスミクイウオの2魚種の分布はよく一致し，完全に重さなっているとみられる

Table 3 13. (continued)

(1-2)

Species number	魚種名 Species name	41 イワハダカ	113 コモチジャコ	118 サイウオ	157 テンジクダイ	191 ヒメスミクイウオ	213 ホタルジャコ	250 ワニギス
41	イワハダカ		0.551	0.983	1.000	0.517	0.623	0.985
113	コモチジャコ	0.936		0.831	0.727	0.354	0.389	0.705
118	サイウオ	0.835	0.555		0.710	0.665	0.655	0.388
157	テンジクダイ	0.956	0.947	0.982		0.682	0.705	0.527
191	ヒメスミクイウオ	0.540	0.843	0.720	0.562		0.991	1.000
213	ホタルジャコ	0.558	0.840	0.695	0.856	0.999		0.991
250	ワニギス	0.301	0.988	0.945	0.715	0.992	0.996	

(2-2)

Species number	魚種名 Species name	41 イワハダカ	113 コモチジャコ	118 サイウオ	157 テンジクダイ	191 ヒメスミクイウオ	213 ホタルジャコ	250 ワニギス
41	イワハダカ		0.999	0.919	1.000	0.920	0.999	0.920
113	コモチジャコ	0.578		0.264	0.833	0.564	0.991	0.564
118	サイウオ	0.911	0.999		0.999	1.000	0.999	1.000
157	テンジクダイ	0.290	0.334	0.019		0.118	0.522	0.118
191	ヒメスミクイウオ	0.040	0.938	0.691	0.740		0.965	1.000
213	ホタルジャコ	0.355	0.592	0.217	0.663	0.715		0.715
250	ワニギス	0.143	0.868	0.514	0.787	1.000	0.959	

(3-2)

Species number	魚種名 Species name	41 イワハダカ	113 コモチジャコ	118 サイウオ	157 テンジクダイ	191 ヒメスミクイウオ	213 ホタルジャコ	250 ワニギス
41	イワハダカ		0.998	0.985	0.999	0.571	0.974	0.648
113	コモチジャコ	0.955		0.779	0.962	0.726	0.911	0.727
118	サイウオ	0.860	0.998		0.998	0.987	0.998	0.987
157	テンジクダイ	0.996	0.965	0.658		0.762	0.918	0.892
191	ヒメスミクイウオ	0.943	0.991	0.979	0.991		0.966	1.000
213	ホタルジャコ	0.878	0.999	0.637	1.000	0.950		0.991
250	ワニギス	0.850	0.984	0.871	0.985	0.980	0.984	

(Table 3-14).

このように，極めて類似度の高い食性を有する魚種間で，完全に同一の海域，または一方が他方の分布範囲内に包含される形で，水平的分布が重なっているという例が多く認められる．このような例は，分類学的に近縁な魚種間で多くみられる．したがって，食性および分布の両面からみてこれらの魚種の間には，極めて強い競争関係があると考えられる．一方，これらの魚種が混生している事実を考えあわせると，その競争関係とそれを緩和するための相互関係は，地理的分布の分離というような決定的な機構としてではなく，非常に微細・精妙な機能によって構成されているものと考えられる．すなわち，生態的・形態的に類似した魚種が，同一海域に混合して生息し，微妙な力関係のもとに群集を形作っているということは，群集の構成や構造が容易に変化することをも示唆していると考えら

Table 3-14. 同一食群に属する魚種間の分布の重複度—底生生物捕食群
右表：一方の種の他方の種に対する重複度　左表：右表の平均値
Degree of distributional overlapping between species within the same feeding group : Benthos feeding group
Right table shows degree of overlap calculated mutually of one species with another. Left table shows averaged degree of overlap.

First sampling cruise (1-1)

Species number	魚種名 Species name	10 アカグツ	38 イヌノシタ	234 ムラサキシタビラメ	235 メイタガレイ
245	ヤリヒゲ	0.422	0.500	0.044	0.751
10	アカグツ		0.499	0.236	0.671
38	イヌノシタ			0.787	0.791
234	ムラサキシタビラメ				0.702

Second sampling cruise (2-1)

Species number	魚種名 Species name	10 アカグツ	38 イヌノシタ	234 ムラサキシタビラメ	235 メイタガレイ
245	ヤリヒゲ	0.938	0.210	0.074	0.680
10	アカグツ		0.292	0.119	0.566
38	イヌノシタ			0.660	0.167
234	ムラサキシタビラメ				0.426

Third sampling cruise (3-1)

Species number	魚種名 Species name	10 アカグツ	38 イヌノシタ	234 ムラサキシタビラメ	235 メイタガレイ
245	ヤリヒゲ	0.439	0.371	0.600	0.635
10	アカグツ		0.391	0.000	0.572
38	イヌノシタ			0.517	0.745
234	ムラサキシタビラメ				0.709

Figures in column of species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

れよう．したがって，これらの構造の変化と各構成員間に働いている相互関係とを明らかにするためには，より詳細で精密な資料の長期的収集が必要であろう．

3　捕食の順位による種間関係

1）胃内容物の重量組成

前節までの検討は，総て胃内容物の項目別尾数組成を用いて行なわれてきた．すなわち，捕食に関する質的な関係について考察を行ってきた．しかし，各魚種間の相対的な勢力関係を求めるためには，量的な検討が必要であり，そのためには先ず尾数組成を重量組成に変換する必要がある．

尾数組成を重量組成に変換するためには，各魚種の捕食した餌生物の平均重量を求めなければならない．そこで，餌生物の分類項目にしたがって次のような方法によって各餌項目別平均体重を求めた．

魚類：胃の中から出現し，種名が判明した魚種の脊椎骨を採取し，原則として尾椎最前部の6椎体長を測定した．所定の椎体が得られないか，または延長型の魚類については，できるだけ体の中央に近い椎体の長さを計測した．それらの椎体長を本調査の採集標本から求めた復原体重換算式に代入して捕食前の体重を求めた．第1次～第3次の各調査次ごとに，先に示した魚類の区分基準（5 g以下，5～20 g，20 g以上）別に平均体重を求めた．各調査次ごとに得られた平均体重を各調査次の尾数組成にかけて，得られた重量組成を平均することもできるが，そのような手順で計算を行うと，調査次ごとの資料数の偏りが，そのまゝ持ち

Table 3-14. (continued)

(1-2)

Species number	魚種名 Species name	245 ヤリヒゲ	10 アカグツ	38 イヌノシタ	234 ムラサキシタビラメ	235 メイタガレイ
245	ヤリヒゲ		0.299	0.694	0.006	0.990
10	アカグツ	0.545		0.909	0.455	1.000
38	イヌノシタ	0.306	0.089		0.573	0.653
234	ムラサキシタビラメ	0.082	0.016	1.000		0.940
235	メイタガレイ	0.512	0.342	0.929	0.462	

(2-2)

Species number	魚種名 Species name	245 ヤリヒゲ	10 アカグツ	38 イヌノシタ	234 ムラサキシタビラメ	235 メイタガレイ
245	ヤリヒゲ		1.000	0.141	0.141	0.851
10	アカグツ	0.875		0.250	0.231	0.442
38	イヌノシタ	0.278	0.333		0.889	0.167
234	ムラサキシタビラメ	0.007	0.007	0.431		0.693
235	メイタガレイ	0.508	0.690	0.167	0.159	

(3-2)

Species number	魚種名 Species name	245 ヤリヒゲ	10 アカグツ	38 イヌノシタ	234 ムラサキシタビラメ	235 メイタガレイ
245	ヤリヒゲ		0.512	0.543	0.000	0.984
10	アカグツ	0.365		0.371	0.000	0.893
38	イヌノシタ	0.198	0.411		0.545	0.700
234	ムラサキシタビラメ	0.000	0.000	0.488		0.763
235	メイタガレイ	0.285	0.251	0.790	0.654	

込まれることになる恐れが生じるため，各調査次の平均体重を平均して，餌項目における魚類の各区分の平均体重とした．

エビ類：魚類と同様に体重復原のための換算式で求めることができるが，エビ類の外殻は魚類の骨に比べて消化され易い．また，種名は判定可能な個体でも所定の部分の計測不能な場合が多く，また大型のもの程消化による破損程度が小さく計測可能である場合が多い傾向が認められるなど，体重復原のための換算式を用いる方法では，その結果に偏りを導入する危険が考えられる．また，採集されているエビ類の種別の体長組成をみると，いずれの種類もその体長範囲は小さく，その採集標本の平均値が，その種類の捕食された個体の平均と等しいとみなしても問題はないと考えられる．そこでカバーネットによって採集された標本の種類別平均体重を求めた．前節で示した捕食の尾数組成において．大・中・小のそれぞれの区分に分類されている各エビ類が胃内容物中に出現する種類別割合を求め，求めた各種類別平均体重をその種類別組成にかけ，各々の総尾数でわって各区分別の平均体重とした．

浮遊動物類：オキアミ類，アミ類大・小，かい脚類，ヤムシ類，サルパ類，ヨコエビ類，クラゲノミ類，ウミボタル類，ミミイカ類，稚貝，稚魚，シャコ

類幼生，カニ類幼生，エビ類幼生については，中層稚魚ネットによって採集された標本から平均体重を求めた．すなわち，中層稚魚ネットの採集物は，種類ごとにそれぞれ尾数と湿重量が計測されている．それらの資料を用いて餌生物の各分類項目ごとに平均体重を求めた．魚類と同様に調査次をまとめて平均値とした．

底生動物：これら動物の中には，トロール網と同時に行った諸採集によって捕獲されていないものも多く，イカ類・カニ類のように，得られている胃の中から出現する種類と異なる種類も多く認められる．胃の中から得られた両類の標本のうち，その体長・体重が計測され得る標本は，比較的消化の程度が低いものであると考えられるので，そのような標本を抽出しその平均体重を求めた．しかし，これらのものの中には，カニ類では外殻のみが残っているものも含まれ，イカ類でも足（腕）のほとんどが消化されている標本も含まれるので，得られた平均体重の1.5倍をもってそれぞれの種類を代表する平均体重とした．また，イカ類・カニ類については，ハモおよびワニエソの大型個体が捕食しているものは，その他のものに比べて著しく大きいので別個に集計し平均体重を求めた．この餌項目に属するものは，イカ類，カニ類，シャコ類，クモヒトデ類，アナジャコ類，イソギンチャク類，後鰓類，等脚類，クマ目，ヤドカリ類，貝類である．

以上の手続きによって得られた平均体重（Table 3-15）を，先に示した各魚種の尾数組成（100尾換算値）にかけ捕食の重量組成とした（Suppl. table 3-2）．

2） 捕食の順位の決定

底魚類の群集構造を考える場合に，各魚種の群集内での順位を決めることが必要になる．しかし，順位を決定するための尺度をどのように定めるかという問題は，きわめて難しい．この研究においては，捕食生態に基づいて解析が行われているので，捕食に関連する尺度を設ける必要がある．捕食に関する尺度として餌または餌を捕えることに関連する要素を求め，各魚種の捕食量をその要素によって評価しなければならない．それらの要素としては，a）捕獲のために用いられた運動量，b）有用栄養素の含有割合，c）その餌生物が生成されるまでに要した太陽熱量の固定率等があげられよう．しかし，これらの要素は数値化されなければならないが，いずれの要素についても，具体的な数値化のための知見は少なく，それに関連する多くの条件を加えると更に尺度の作成は困難となる．その中では比較的よく調べられている太陽熱量固定率について考える．先ず，植物プランクトン→動物プランクトン→小型魚類→大型魚類という最も単純な食物連鎖を考えてみる．小型魚類は，他の小型魚類や大型魚類の稚魚を捕食しており，その捕食割合は魚種によって異なり，精確な値を求めることは難しい，大型魚類は小型魚類以上に多種類の餌生物を捕食しており，その数値化は一層困難であろう．加えて，もう一つの主要食物連鎖であるデトライタス→底生動物→大型甲殻類→魚類という連鎖を考慮すると，実際上精確な固定率に基づく数値化は不可能といえよう．そこで枝葉部分は切りすてて幹部分のみを取ることとして計算を進めると，固定率は動物プランクトンと大型魚類とでは，最低でも2桁以上の差となり，このまゝ捕食量に重み付けをすると，魚類の捕食量のみによって捕食に関する順位が決定されることになる．しかし，順位の決定という観点からすると，かい脚類と魚食性魚類とをそのまゝ同格に取り扱うことは適切ではない．川本[29]その他の報告によると，魚類の同化率については0.1内外が妥当と考えられる．しかし，先に述べたようにこの同化率を食物連鎖の各鎖環ごとにかけ合わせると，鎖環を経るごとに桁が上がることになり，最終段階の餌のみによって順位が決定されることになって，その他の餌の情報が全く無視されてしまい，当を得た順位尺度とはなり得ない．したがって，極めて便宜的であるが，次のような基準によって重み付けをすることにした．すなわち，鎖環が1段階上がると，餌としての価値が2倍になるものと仮定する．小型魚類がかい脚類もコエビ類をも捕食しているというように，ある部分の餌が鎖環を飛び超えているような場合には，両者の平均をとることにした．また，餌を捕食する期間も重要であると考えられるので，寿命も若干考慮にいれた．そうして，植物プランクトンを主食にしていると考えられるかい脚類を1としてそれ以外のものを大まかに格付した．実際の計算に用いた数値は次の通りである．ここでデトライタス食のものは，かい脚類の代わりにデトライタスを1として出発した．

1 かい脚類
2 エビ類小，マルソコシラエビ，オキアミ類，アミ類（大・小），多毛類，ヤムシ類，貝類，ヨコエビ類，クラゲノミ類，遊泳性甲殻類，底生

Table 3-15. 餌生物の平均重量
Average body weight of food organisms.

Species No.	Food organism	Mean weight(g)	Species No.	Food organism	Mean weight(g)
300	オキアミ類	0.0058	297	ヨコエビ類	0.0018
289	アミ類（表層）	0.0043	299	ワレカラ類	0.0055
327	マルソコシラエビ	0.0063		Larval shell	0.0030
376	シャコ類幼生	0.0069	286	かい脚類	0.0009
325	ユメエビ類	0.0008	294	等脚類	0.0150
	Larval crab	0.0024	377	多毛類	0.0027
379	ヤムシ類A型	0.0050	377	〃	0.3000
380	ヤムシ類B型	0.0026	262	ダンゴイカ	0.0202
378	ヤムシ類	0.0038	293	クマ目	0.0035
285	介形類	0.0040	388	サルパ	0.0001
298	クラゲノミ類	0.0028		Larval fish	0.0500

Species No.	Food organism	Mean weight(g)	Range
321	クロエビ	1.30	2.600～0.120
305	ヒゲナガクダヒゲエビ	9.00	17.600～0.400
316	サルエビ	4.70	8.300～1.100
319	アカエビ	4.40	8.700～0.100
320	キシエビ	1.30	2.100～0.400
315	*Parapenaeopsis hardwickii*	3.50	6.100～0.900
327	マルソコシラエビ	0.20	0.312～0.071
313	シバエビ	9.40	13.300～5.400
317	サケエビ	5.00	9.600～0.600
310	マイマイエビ	1.20	1.950～0.390
343	エビジャコ	2.70	5.200～0.200
329	アカスジエビ	1.50	2.810～0.180
340	*Plesionika binoculus*	0.58	1.100～0.055
346(L)	エビ類大	7.00	
346(M)	エビ類中	4.50	
346(S)	エビ類小	1.50	

Species No.	Food organism		Mean weight(g)	Species No.	Food organism	Mean weight(g)
		Large	50.00	292	アミ類大	0.01
	Pisces	Medium	9.50	355	ヤドカリ類	0.20
		Small	1.30	370	カニ類	0.20
380	クモヒトデ		0.50	370	〃	4.70
387	イソギンチャク類		0.20	375	シャコ類	0.25
	Shell		0.40	375	〃	10.00
272	イカ類		2.00			
272	〃		17.50			

Figures in column of species No. indicate species number in Suppl. table 1-1.

Table 3-16. 栄養階層による群集別捕食順位
Rank order of feeding in fishes for each association.

Association A

Oder	Species number	Species name	Reference value
1	88	クサウオ	100.00
2	216	マアナゴ	71.28
3	144	タチウオ	66.32
4	156	テナガミズテング	66.04
5	222	マダラ	18.80
6	141	ソウハチ	15.17
7	70	カナガシラ	12.20
8	84	キグチ	8.55
9	241	ヤナギムシガレイ	4.50
10	104	コウライガジ	4.02
11	111	コニベ	0.95
12	238	メブトカンダリ	0.57
13	41	イワハダカ	0.00

Association B

Oder	Species number	Species name	Reference value
1	183	ハモ	100.00
2	216	マアナゴ	88.73
3	144	タチウオ	88.52
4	79	ガンギエイ	53.88
5	130	シログチ	16.00
6	84	キグチ	9.59
7	200	フウセイ	8.56
8	38	イヌノシタ	7.11
9	111	コニベ	4.18
10	234	ムラサキシタビラメ	3.76
11	235	メイタガレイ	3.39
12	213	ホタルジャコ	2.26
13	153	ツマリエツ	2.13
14	238	メブトカンダリ	1.46
15	157	テンジクダイ	1.13
16	250	ワニギス	1.04
17	113	コモチジャコ	0.86
18	20	アブオコゼ	0.80
19	41	イワハダカ	0.27
20	226	マナガツオ	0.00

Association C

Oder	Species number	Species name	Reference value
1	23	アンコウ	100.00
2	183	ハモ	81.11
3	249	ワニエソ	50.44
4	3	アオミシマ	32.18
5	79	ガンギエイ	20.50
6	225	マトウダイ	19.24
7	144	タチウオ	19.22
8	64	カイワリ	16.51
9	165	ナガサキトラザメ	12.28
10	34	イソキホウボウ	10.25
11	232	ミシマオコゼ	11.22
12	130	シログチ	9.93
13	169	ニラミオコゼ	9.82
14	154	ツマリツノザメ	9.46
15	81	ガンゾウビラメ	9.33
16	85	キダイ	8.94
17	93	クログチ	8.36
18	145	タマガンゾウビラメ	6.75
19	224	マトイシモチ	6.38
20	217	マエソ	7.20
21	150	チョウチョウエソ	5.79
22	237	メゴチ	5.70
23	27	イゴダカホデリ	5.49
24	10	アカグツ	5.44
25	86	キントキダイ	5.38
26	189	ヒメジ	5.22
27	61	オニカナガシラ	4.29
28	245	ヤリヒゲ	4.14
29	159	トゲカナガシラ	2.80
30	143	ソコハリゴチ	2.07
31	213	ホタルジャコ	1.06
32	157	テンジクダイ	0.82
33	235	メイタガレイ	0.76
34	250	ワニギス	0.70
35	191	ヒメスミクイウオ	0.69
36	113	コモチジャコ	0.31
37	50	ウマヅラハギ	0.17
38	118	サイウオ	0.11
39	226	マナガツオ	0.01
40	41	イワハダカ	0.01
41	40	イボダイ	0.00

Figures of column of species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

性甲殻類
3　魚類小，エビ類大・中，カニ類，シャコ類
5　魚類中，イカ類
8　魚類大

各項目の餌生物重量に上記の餌生物の価値指数をかけて合計した．各群集ごとに，その合計値の最大値を100，最小値を0として各魚種の数値を換算し，群集別に各構成魚種の順位を定めた（Table 3-16, Suppl. table 3-3）．重量組成の場合には，この調査によって採集された資料の特性がそのまゝ表現されるため，幾つかの特徴が認められる．すなわち，資料が若齢群に集中しているタチウオ・マエソ・キダイは，他の近縁な種よりも若干低い順位となっている．また，捕食の絶対量が順位に影響するため，食道嚢をもっていて胃内容物の査定が困難なマナガツオ・イボダイの両種は，実際の捕食量に比べて種類の判明した餌の割合が著しく低いため捕食量が低く推定される結果，順位も下位にとどまっている．それ以外の魚種は，相互間の相対値からみて，一応妥当な順位を占めていると考えられよう．

3）　順位と対象餌生物の垂直分布による種間関係

生活の基盤が海底にあると考えられる底魚類ではあるが，その餌となっている動物を見ると，海中を遊泳または浮遊しているものから海底の泥の中に潜っているものまで，その生息層は広い範囲に及んでいる．このように，広い生息層にわたって分布している餌生物をどのように捕食しているかを知ることは，その魚類の捕食活動の範囲を知る上で重要なことであると考えられる．そこで，これらの餌生物を生息層に基づいて区分することにした．区分のための生息層の識別区分には，色々なものがあると考えられるが，ここでは主に海底上を遊泳しているものと，その生活の大部分を海底に触れて生息するものの2つに大別することにした．このような基準で区分を行うと，餌生物の各項目中には両方の区分に属するものが含まれる場合がある．例えば，魚類の多くは海中を遊泳しているが，カナガシラ類やヒメジのようにほとんど海底上を這うように動くものや，異体類のように底質中に潜るものなどもある．しかし，捕食されている魚種の多くの部分は遊泳していると考えられるので，その生活層は中底層と見なすことにした．また，カニ類のうちワタリガニ科に属するカニは表層まで浮上し遊泳するが，その他の大部分のものは，海底上で生活しているので底層と見なすことにした．以上のような検討の結果，餌の各項目を次のように区分した．

中底層：魚類大・中・小，イカ類，オキアミ類，アミ類大・小，かい脚類，ヤムシ類，サルパ類，クラゲノミ類，浮遊性甲殻類，浮遊性動物

底　層：エビ類大・中・小，カニ類，マルソコシラエビ，シャコ類，多毛類，貝類，ヨコエビ類，底生性甲殻類，底生性動物

どのような生態の餌生物を捕食しているかということは，その種の特性であると考えられるので，尾数組成に基づいて両者の割合を求めた．求めた割合を横軸に取り，先に示した順位を縦軸に取って群集別に各魚種を図表に乗せた．順位の相対値は10以下に大部分の魚種が集まるため，餌重量の重み付け合計値の最大値を100としてその他の魚種の合計値を換算し，その値の対数でもって示した．

この図を先に示した尾数組成から求めた種間の相対図と比べた．横軸についてみると，相対位置に関して

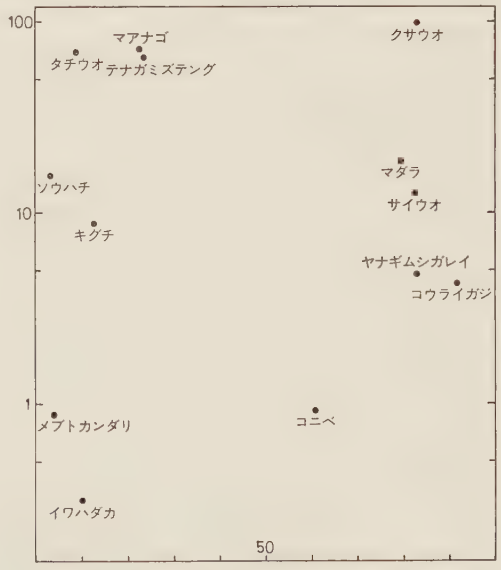


Fig. 3-10. 捕食の順位と生息層別餌生物出現率（横軸，%）とによる魚種間の相対関係図—A群集
Graphic representation of the interspecific mutuality among the demersal fishes, based on relationship between the rank oder on feeding and the inhabiting layer of food organisms (abscissa, %); Association A.

はあまり変りはなく，全体的な位置関係はほゞ同一であるとみなすことができる．しかし，詳細に検討すると餌生物の質的相対関係からみた結果よりも中底層・底層という餌生物の具体的な生態に基づく分類を導入して行った検討結果の方が，それぞれの所属における傾趨が強調されていることがわかる．また，縦軸方向の相対位置は，大きく変化したものと，変化のないものがある．すなわち，成長が速く，最大体長も大きく，捕食量も多く，餌の項目も多いものが，順位の高い方へ大きく変化している．尾数組成による相対関係は，餌の質的な類似性に基づく関係であるため，量的な要素はほとんど除かれ，そのために大型魚と小型魚との類似度が高くなることもあるが，量的な面を主な要素として行った順位の決定では，捕食量が大きく作用するために大型魚の順位が高くなり，前者と大きく異なることになる．この図を全体的にみると，図の中央部に点が少ない，すなわち，中底層性の餌と底層性の餌を同じような割合で捕食する魚種が少ないことがわかる．この傾向は順位の低いものほど明確で，図の下の方では，より明確に点が左右に分離している．つまり，低位のものほど生活圏が小さく，対象餌生物の種類が限定されると見ることができよう．

この図において，先に述べたようにマナガツオとイボダイは，捕食量が実態を表わしていないため除かれるが，縦軸方向において離れている魚種ほど，成魚における捕食が起り易いとみることができる．同じ位置にある魚種でも横軸上で同じ位置にいる高位種に，より多く捕食されると考えられる．また，その相対位置が比較的近い魚種間では，捕食関係はほゞ距離に反比例して起り難くなるが，順位も主対象となる餌生物の種類も近接している場合には，競争関係が非常に大きいと考えることができる．これらの関係を群集別に検討する．

A群集：黄海を主な生息域とするこの群集は，その構成種も少なく群集構造も単純である．各点は左右に明瞭に分離し，各魚種ともその捕食活動の範囲は比較的に狭いことが分る．順位を見るとクサウオが最上位に位置しているが，これは小型のエビ類を多量に捕食しているためである．それに比べてマダラの場合には資料の捕食量が少なかったため若干低く表わされているが，実際にはこれらのものよりも上位に位置していると思われる．キアンコウは，資料数が少ないため除

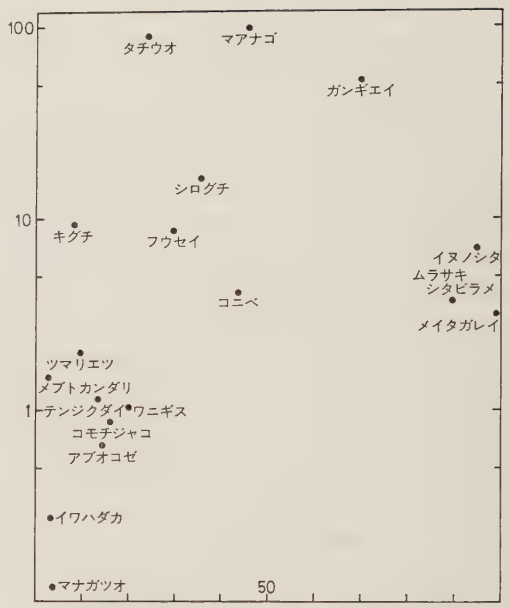


Fig. 3-11. 捕食の順位と生息層別餌生物出現率（横軸，%）とによる魚種間の相対関係図—B群集
Graphic representation of the interspecific mutuality among the demersal fishes, based on relationship between the rank oder on feeding and the inhabiting layer of food organisms (abscissa, %); Association B.

かれている．また，海底に定着して生活していると考えられるソウハチの対象餌生物の生息層が最も中底層性になっているが，これはソウハチがオキアミを多食しているためである．この群集での主な餌生物は，魚類ではイワハダカ，カタクチイワシであり，エビ類ではエビジャコであった（Fig. 3-10）．

B群集：東シナ海の北部を主な生息域としており，地理的な条件と同様にA，C群集の中間的性格を示している．この群集では餌生物の生息層が中間的な位置に近いものが認められる．グチ類4魚種はほゞ近い位置を占めているが，キグチが最も中底層性になっている．コニベの餌生物特性は，A群集におけるより中底層性に移っているが，これはA群集の生息域である黄海にはかい脚類が少ないためと考えられ，B群集における位置がより実態に近いものと考えられる．縦軸方向についてみると，順位の低いところに主要な被捕食魚類となっている小型魚類が集まっている．順位のより下位のものほど食われ易いという関係が明瞭に示さ

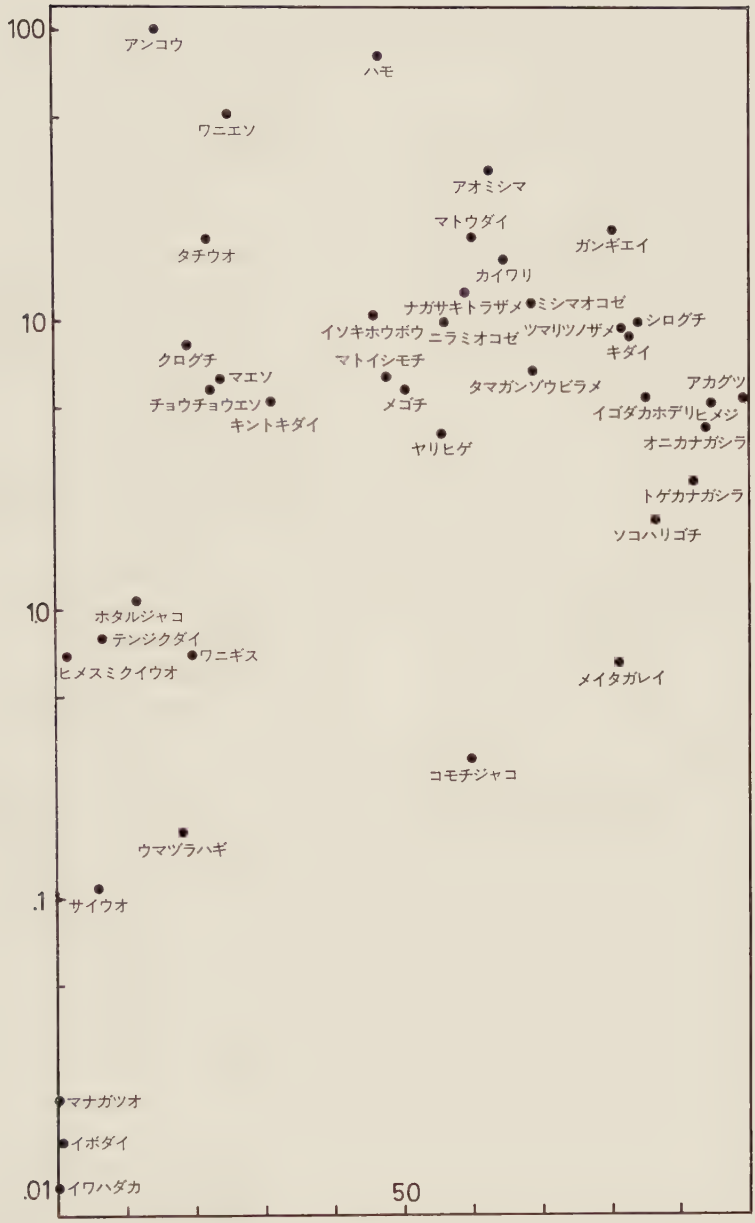


Fig. 3 12. 捕食の順位と生息層別餌生物出現率（横軸，%）とによる魚種間の相対関係図—C群集
Graphic representation of the interspecific mutuality among the demersal fishes, based on relationship between the rank oder on feeding and the inhabition layer of food organisms (abscissa, %); Association C.

れている．マナガツオは前にも述べたように識別可能な餌生物が少ないための結果として低位に位置している（Fig. 3-11）．

C群集：東シナ海南部がこの群集に属する魚類の生息域であり，その構成種は最も多い．捕食活動の位置についてみると順位の高い群，すなわち図の上部では中央に近く分布しているものが認められる．中でもハモは中央近くに位置し，B群集におけるハモと若干異なる．ハモの分布の中心は東シナ海の中南部であり，C群集において占めている位置が妥当であると考えられる．実際に捕食されている餌生物を具体的にみると，カニ類としては遊泳性の種であるガザミが多く，魚類としてはアジ・サバ類の捕食も多く，若干中底層に近いとみることができる．しかし，底層中に潜る性質もあり，同じ生態に属するアナゴ類も多く捕食していることなどから，広い範囲で捕食していると考えられる．アンコウは海底に密着して生活しているが，海底近くを遊泳している魚類のみを捕食しているために中底層域に属している．メゴチ・ヤリヒゲも中央付近にある．このうちメゴチは中底層性の魚類小・アミ小を捕食しているが，メゴチの捕食している魚類はアナゴの幼魚・ネズッポ類・コモチジャコ等底層性のものが多く，実際の位置はより底層性にあると考えられる．ヤリヒゲは非常に多種類の餌生物を捕食しており，この位置は妥当なように思われるが，オキアミの多食が影響していると考えられるので，実際には幾分底層性に移動するものと考えられる．その他若干疑問のあるものとしてはナガサキトラザメ・マトイシモチ・イソキホウボウなどがあり，これらはいずれも資料数が少なくやゝ問題点は残るであろう．

次に順位についてみると，前述したようにキダイ・マエソは若干順位が低いように思われるが，これらは資料が若齢魚に偏っているためである．メイタガレイの順位がホタルジャコ・テンジクダイより低くなっているが，B群集ではこれらより高い順位にある．これはカニ類の捕食の有無にのみ関係しており，B群集の順位が妥当であろう．ウマヅラハギが極めて低い順位にあるが，これは本種の胃の形態が非常に単純であり，腸との識別も不明瞭で，胃内容物が非常に少ないことに起因しているもので，実態はもっと上位にあると考えられる．イボダイ・マナガツオは前述したように，食道嚢による破壊のために識別可能な胃内容物が少ないために下位に位置しおり，実際にはキントキダイに近い位置にくるものと考えられる．イボダイの位置は特に低く表わされ，イワハダカよりも低位にあり，実態とかけ離れているので，図表では若干修正してマナガツオとほゞ同じ位置まで移動させた（Fig. 3-12）．

このように，捕食順位と餌生物の生息層とによって示されたこの図は，各魚種の種間関係を捕食・競争の両関係に基づいて表わした模式図となっている．すなわち，各群集の群集構造図とみることができよう．

Ⅳ　漁獲による群集構造の変化

東シナ海・黄海の底魚類の群集構造が前章において明らかにされた．この群集構造は，色々な影響特に漁獲の影響を受けて変化してきている．漁獲の影響は，その他の原因と異なり，その作用が一定の方向に継続的に働くのが特徴である．この章においては，漁獲が群集構造に与えた影響について検討する．先ず，捕食者である漁獲対象魚種の資源量の減少が，餌生物群の生体量と種類組成に与えた影響について解析する．さらに，漁獲対象魚種について，漁獲量の経年的変化傾向に基づき，捕食，競争および無関係にある魚種間相互の量的変化に及ぼす漁獲の影響について究明する．

1　資源量変動に伴う餌生物の量と組成の変化

底びき網漁業による東シナ海・黄海の底魚類の全漁獲量は，戦後の漁業再開以降着実に増加してきたが，1961年を境として継続的な減少過程に移行した．漁船の大型化・漁具漁法の改良など，漁業に関する著しい改善努力によって，漁獲量は1969年までは30万トン台を維持してきたが，1970年に30万トンをわって以来急速な減少を示し，1976年には20万トンをも下廻るようになった．しかし，それ以降における漁獲量の減少速度は低下し，現在はほゞ横這い状態にある．この間における漁獲量変動にあって最も減少が著しかったのは，1967年の33万トンから1976年の18万トンへの低下であり，9年間に漁獲量が55%にまで減少している．このような漁獲量の急速な変化は，資源量のより急速な低下によってもたらされたものである．すなわち，資源量の低下は，漁獲量の減少の以前に起こり，その低下速度および割合はより大きいものと考えられる．このような急激な資源量の減少は，当然捕食者とその餌生物との量的な相対関係に大きな変化を与えていると推測される（Fig. 4-1）．

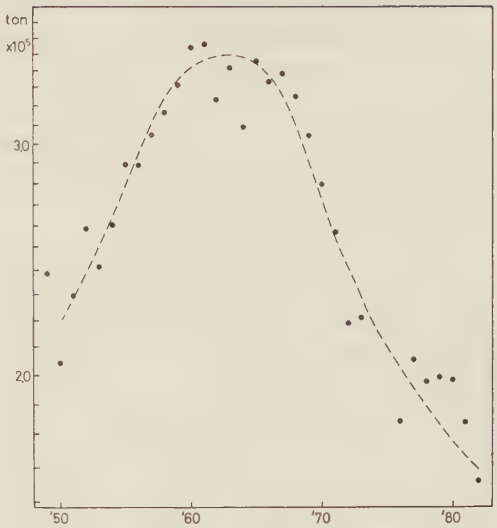


Fig. 4-1. 以西底びき網による底魚類の総漁獲量の経年変化
Trend of total catch for the Japanese pair trawl fishery. Curve is drawn free hand.

漁獲対象となる底魚類には多種多様な魚種が含まれ，それらが入り組んで生活し，互に重複した餌生物を捕食している．さらに，これらの漁獲対象魚類の主要な餌生物であり，通常の底びき網によっては捕獲されない小型魚類および小型甲殻類などもほゞ同じ動物群を主要な餌とし，一部の餌生物と底魚類とが互に競合しながら生息している．このように底魚類の捕食機構は，極めて複雑な網目構造のもとに動いており，捕食者と餌生物との量的変化を知ることは非常に難しい．しかし，上位の捕食者群を占める漁獲対象魚種は，シログチなど数少ない種類を除いて総て継続的に資源量が減少しており，最近の東シナ海・黄海の餌生物－捕食者間の諸関係の変化については，上位捕食者の減少という一定方向の変化についてのみ考えればよいことになる．そこで，ここでは種間関係をできる限り単純化し，漁獲対象魚種を捕食者と位置づけ，その餌生物との量的な相互関係の変化について考察する．

漁獲量および資源量は，年変動を繰返しながら継続的に変化しており，この変動にしたがって考察を進めるべきであるが，現在の諸知見からはそのように詳細な動きを調査することは難しい．したがって特定の2時点における捕食者と餌生物の量的関係を求めて比較することにした．すなわち，資源量の水準が高い時点は漁獲量最大時の数年前にあると考えられるので，1958年を資源の高い時点として定めた．種間関係に関する資料が1972年～1974年に亘る期間から得られていること，1975年以降は資源量の低下速度も減少しており，現在の水準と余り大きな差はないと推測されることから，資源量の低下後の時点としては1974年を取り上げることにした．

1) 漁獲対象魚種の資源量の推定

餌生物の量的変化を調べるために，先ず捕食者である漁獲対象魚種の資源量の推定を行なった．

親子関係と漁獲量の経年的変化に基づく主要魚種の資源量の推定

資源量推定のために色々な方法が提案されている．東シナ海・黄海の底魚類について，今までに試みられてきた方法は，DELURY の方法，面積法および Virtual Population Analysis（VPA法）の三つである．

先ず，単位努力量当り漁獲量と累積漁獲量との関係から資源量を算出する DELURY の方法は，漁期の開始から漁期の終了までの間に，単位努力量当り漁獲量の連続した低下傾向が認められるような資料に適合される．東シナ東・黄海の底びき網漁業は周年に亘って継続されており，漁期の開始・終了という時点が認められるものは主要魚種ではコウライエビのみである．また，ほとんどの魚種において新しい年級の加入は連続的に行なわれ，明確な加入期を規定することは困難な場合が多い．試みに単位努力量当り漁獲量の月別変化をみると，ほとんどの魚種で，その最大値の出現が年ごとに変わり，周期的な安定した増減傾向は認め難い．したがって，この方法が適用し得るのは特殊な生態をもった限られた魚種についてのみである．

底びき網漁船は最盛期には800隻を超え，その操業範囲は東シナ海・黄海のほとんど全域に及んでおり，底びき網の掃海面積当り漁獲量と漁場面積とに基づいて計算を行なう面積法は，底魚類の資源量を推定する方法としては極めて適した方法であった．しかし，漁船の減少によって近年は全く操業されない漁場が増加し，特に漁場利用の季節による変動が著しくなっている．また．この方法の最も基本的な問題点は，漁具効率が不明であり，推定にたよらざるを得ない点にあるが，その漁具効率自体も漁船・漁具の改良によって継続的に大きく変化し，その変化も当然魚種によって異なると考えられる．漁具性能の変化の数量化の研究も行なわれてきたが，その変化内容が複雑であるため，その操業の結果である漁獲量に基づいて性能の補正が行なわれている．したがって，この補正値を用いることは操業の結果のみに依存する面積法では適当でなく，面積法から得られた資源量を用いて年間の比較を行なうには問題点が多い．

単一発生群に対する経年的な漁獲量を用いて行なうVPA 法は，主要魚種の漁獲物の年齢組成が求められている東シナ海・黄海の底魚類には最も適した方法と言えよう．しかし，計算の基礎となる単一発生群からの年々の漁獲量を得るためには長年に亘る資料を必要とする．加えて得られた計算結果から知り得る年間資源量は，年齢組成に対応した過去の結果であって現状を知ることができない．

以上のようにいずれの方法を用いても，得られた結果は用いる資料との適合性や求められた知見の偏りなど，それぞれに多くの問題点を含んでいる．そこでこれらの結果は参考にするにとどめ，ここでは親子関係曲線と漁獲量の経年変化とに基づいて資源量の経年変化を求めることにした．

東シナ海・黄海の底魚類の多くは，1歳前後で漁獲の対象となる．したがって，多くの魚種では前年の産卵親魚量と，次の年の加入量との関係から親子関係を求めることができる．最首[75-80]は，東シナ海・黄海のクログチ・キグチ・マダイ・キダイおよびワニエソの親子関係を調査し，クログチとキダイ大南群（東シナ海最南部海域）を除いて，他の魚種の親子関係にドーム型の曲線を与えている．近年多くの研究者によって色々な海域の種々の魚種の親子関係曲線が示されているが，それらの関係には主にドーム型の曲線が適用されている．そこでこの海域の底魚類に関しても，親子関係はドーム型の曲線が適用されうると考えられる．曲線としてはその性質が最も明瞭であり，係数の算出も容易なリッカー型の曲線を用いることにした．

リッカー型の曲線は，最大加入量（Rm）とそれをもたらす親魚量（Pm）を決定することによって曲線式が求められる．さらに，親魚量と加入量が等しくなる時点（以後均衡点と呼ぶ）の親魚量（Pr）が得られる．この均衡状態を持続させるためには，その時点の親魚量が加入した魚群量と等しい数量になるように生き残る必要がある．その関係に基づいて均衡点における生き残り率が計算され，その率と加入量とから年齢組成が計算される．

ある魚種について最大加入時の親魚量（Pm）に対応する最大加入量（Rm），すなわち最大増殖率を実際の値より過小に評価すると，得られた曲線式に基づいて資源が変動すると仮定し計算を行なうと，加入量が少な過ぎるため，その魚種から実際に漁獲されて来

た経年的漁獲量を維持することができずに資源は早期にとりつくされるような計算結果となる．逆に Rm が大き過ぎる場合には加入量が過大となり，資源は一旦は減少するが，漁獲量が減少すると直ちに資源は増大に転じ，親魚量と加入量との均衡値を超えた後，波動を繰返すようになる．したがって，Pm と Rm との関係を色々と変化させて計算し比較検討することによって，最も現実に適合する親子関係曲線を求めることができる．

計算に使用した漁獲量は，平均化された値である．主要魚種の漁獲量をみるとシログチとワニエソを除いて現在の漁獲量は，最大時漁獲量の 1/10 以下に低下している．したがって，その経年的変化傾向を明確に把握するために，各魚種の漁獲量を常用対数に変換して図表に乗せて検討した．いずれの魚種の漁獲量にも年変動が認められ，特にマダイ・イボダイでは変動幅が大きい．しかし，長期的にみると総ての魚種で比較的単純な変動傾向が認められる．後述する計算においては，これらの年変動に含んだ実際の値を用いても計算は可能であるが，資源の動向を把握するという目的からみると，そのような年変動を含んだ数値は好ましくない．したがって，漁獲量の経年変化になだらかな曲線をあてはめ，その曲線上の値を修正漁獲量として用いることにした．すなわち，各魚種の漁獲量の移動平均値を求め，それらの値に基づいて手書きによってなだらかな曲線を当てはめた．マダイのように年変動の大きいものでは移動平均を二重に行い，両端は実際の数値を参考にして外挿して求めた．また，キダイ・シログチのように明らかに波動していると思われる経年変化については，できるだけその波動に沿った曲線を当てはめるようにした．これらの曲線上の点を図表から読み取り，その値を各年の漁獲量として用いることにした（Fig. 4-3-7）．

実際の計算手順は次の通りである．

先ず，漁獲量を考慮して最大加入量（Rm）と対応する親魚量（Pm）とを定め，曲線式 $R=a\cdot p\cdot e$ の係数 $b=1/Pm$ および $a=Rm\cdot b\cdot e$ を求める．次に，均衡時の資源尾数 $Pr=\ln(a)/b$ を求め，$Pr=Rr$ であることから，親魚の組成に対応した均衡時の生き残り率を計算し，その生き残り率と Rr に基づいて，均衡点の年齢組成を求めた．生き残り率は年齢に関係なく一定として計算した．

各年齢別尾数を合計し資源尾数を求め，さらに各年齢の平均体重をかけて合計し資源重量を求めた．平均体重は各満年齢の中央時点の体重を用いた．

漁獲率(E)の計算は，求められた資源量から所定の漁獲量をとり出すのに要する値として求める．すなわち，自然死亡率は各魚種とも変化しないものとして一定の値を与える．漁獲死亡率（年間率で与え瞬間率に変換）を増大させながら対応する漁獲率とその漁獲率によってもたらされる漁獲量を計算する．その計算された漁獲量が，実際の漁獲量と一致したときの漁獲死亡率および漁獲率が求める値となる．その計算の過程で年間の生き残り率・全死亡率が併せて計算される．

親魚量を求め，先に得られている親子関係式に代入し次年の加入量を計算する．漁獲率の計算の過程で得られた生き残り率を各年齢別資源尾数にかけて，次年度の年齢組成を求める．

この計算を漁獲量の経年的変化が得られている年数に相当する回数だけ繰返し，その間に漁獲死亡率が 1 を超えた場合には最大加入量（Rm）を増加させて再度計算を続ける．1 つの Pm についての計算が完了した後，さらに Pm を変化させて計算し，漁獲死亡率の経年変化が，実際の努力量の変化と最もよく一致すると考えられる曲線を選び，その魚種の親子関係曲線とした．ここで用いた自然死亡率は，各魚種について従来行なわれた研究結果を参考にし，漁獲開始年齢や外国の漁船によって漁獲される量をも考慮して年間率で定め，ハモは 0.15，それ以外の魚種は 0.25 とした．

この計算は均衡時を出発点として開始される．したがって，この均衡時が実際の資源量変動におけるどの年次に相当するかを決定しなければならない．先に求めた均衡時の生き残り率（全死亡率）と各魚種別に与えられた自然死亡率とから漁獲死亡率が求められる．次に全死亡率と漁獲死亡率から漁獲率が求められ，これを均衡時の資源量にかけて均衡時の漁獲量が得られる．この計算された漁獲量と実際の修正漁獲量とを比較し，この値に最も近い漁獲量が最初に得られた年次を均衡時とした．

加入年齢は魚種によっては満 1 歳未満のものもあるが，その時点では完全に加入していないものも多く，また，1 年以下の加入は，それを考慮して計算しても計算を複雑にする程には計算結果に変化がないので，

```
10  ' ｼｹﾞﾝ ﾍﾝﾄﾞｳ ﾓﾃﾞﾙ ( ｲｯﾊﾟﾝｹｲ, 1 ｻｲ ｶﾆｭｳ, ｼﾞｭﾐｮｳ 6 ｻｲ, CM =.25 )
20  OPTION BASE 1
30  DIM PN(50),PW(50),PZ(50),R(51),P2(51),P3(51),P4(51),P5(51),P6(51),CN(50),
        CW(50),S(50),CF(50),E(50),F(50),T(51)
40  READ CM,U,PM,PD,RMA,GA,SF,T(1),W1,W2,W3,W4,W5,W6,R2,R3,R4,R5,R6
50    FOR I=1 TO NU
60     READ CW(I)
70    NEXT I
80  M=LOG(1-CM)*-1
90  SA=.1 : D=.1
100 FOR I=1 TO 5
110   X=1-(R2*SA+R3*SA^2+R4*SA^3+R5*SA^4+R6*SA^5)
120   IF X<0 THEN SA=SA+D : GOTO 110
130   IF I<5 THEN SA=SA-D : D=D/10 : SA=SA+D
140 NEXT I
150   FOR L=1 TO 4
160   B=1/PM : RM=RMA : G=GA
170    FOR K=1 TO 5
180     A=RM*B/.3679 : PR=LOG(A)/B : CF(1)=.1 : D=.1
190     R(1)=PR:P2(1)=PR*SA:P3(1)=PR*SA^2:P4(1)=PR*SA^3:
        P5(1)=PR*SA^4:P6(1)=PR*SA^5
200      FOR I=1 TO N
210       PN(I)=R(I)+P2(I)+P3(I)+P4(I)+P5(I)+P6(I)
220       PW(I)=W1*R(I)+W2*P2(I)+W3*P3(I)+W4*P4(I)+W5*P5(I)+W6*P6(I)
230       PZ(I)=R2*P2(I)+R3*P3(I)+R4*P4(I)+R5*P5(I)+R6*P6(I)
240       R(I+1)=A*PZ(I)*EXP(-PZ(I)*B)
250        FOR J=1 TO 5
260         IF CF(I)>1 THEN RM=RM+G : PRINT I ;"Pm=";PM ; "Rm=";RM : GOTO 180
270         F(I)=LOG(1-CF(I))*-1:Z=F(I)+M:S(I)=EXP(-Z):E(I)=(1-S(I))*F(I)/Z
280         CWV=PW(I)*E(I)
290         IF CWV<CW(I) THEN CF(I)=CF(I)+D : GOTO 260
300         IF J<5 CF(I)=CF(I)-D : D=D/10 : CF(I)=CF(I)+D
310        NEXT J
320       CN(I)=PN(I)*E(I)
330       P6(I+1)=P5(I)*S(I):P5(I+1)=P4(I)*S(I):P4(I+1)=P3(I)*S(I):
          P3(I+1)=P2(I)*S(I):P2(I+1)=R(I)*S(I)
340       CF(I+1)=.1 : D=.1 : T(I+1)=T(I)+1
350      NEXT I
360    IF K<5 THEN RM=RM-G : G=G/10 : RM=RM+G
370    NEXT K
380   IF S(N)>SF THEN PM=PM+PD : GOTO 160
390   IF L<4 THEN PM=PM-PD : PD=PD/10 : PM=PM+PD
400  NEXT L
410   LPRINT CHR$(&HA)
420   LPRINT "Pm=";PM ; "Rm=";RM ; "a=";A ; "b=";B
430   LPRINT
440   LPRINT "  t         Pn        Pw        Pz       R        P2       P3       P4
   P5       P6"
450    FOR I=1 TO N
460     LPRINT USING "####" ; T(I);
470     LPRINT USING "###########" ; PN(I),PW(I) ;
480     LPRINT USING "########" ; PZ(I),R(I),P2(I),P3(I),P4(I),P5(I),P6(I)
490    NEXT I
500   LPRINT CHR$(&HA)
510   LPRINT "  t       Cn       Cw       S        cF        F        E"
520    FOR I=1 TO N
530     LPRINT USING "####" ; T(I) ;
540     LPRINT USING "########" ; CN(I),CW(I) ;
550     LPRINT USING "###.####" ; S(I),CF(I),F(I),E(I)
560    NEXT I
570 END
580 DATA
590 DATA
```

Fig. 4-2. 漁獲量と親子関係とに基づく主要魚種の資源量計算のためのプログラム

PN(i)：資源尾数，PW(i)：資源重量，CN(i)：漁獲尾数，CW(i)：漁獲重量，PZ(i)：親魚量，R(i)：加入量，$P_2(i)$～$P_6(i)$：年齢別資源尾数，PM：最大加入時親魚量，E：漁獲率，PR：均衡時親魚量，RM：最大加入量，CM：自然死亡率(年間率)，S：生残率，M：自然死亡瞬間率，Z：全死亡瞬間率，CF：漁獲死亡率(年間率)，F：漁獲死亡瞬間率，W_1～W_6：年齢別平均体重，R_2～R_6：年齢別群成熟率，SF：最終推定生残率

Computer program for estimation of stock size in major species based on both annual catches and spawner recruitment relationship.

PN(i) : Stock size (in number), PW(i) : Stock size (in weight), CN(i) : Catch (in number), CW(i) : Catch (in weight), PZ(i) : Spawning stock size, R(i) : Recruited stock size, $P_2(i)$～$P_6(i)$: Stock-size at each age, PM : Spawning stock at maximum level of recruitment, E : Rate of exploitation, PR : Spawning stock at replacement level, RM : Maximum recruitment, CM : Annnual rate of natural mortality, S : Survival rate, M : Instantaneous rate of natural mortality, Z : Instantaneous rate of total mortality, CF : Annual rate of fishing mortality, F : Instantaneous rate of fishing mortality, W_1～W_6 : Average body weight at each age, R_2～R_6 : Group maturity, SF : Terminal survival rate.

加入年齢の1年未満の相違は考慮しないこととした．また，寿命は各魚種の漁獲物の年齢組成と均衡時の生き残り率を考慮して決定した．年齢幅は広く取っても計算はそれほど複雑にはならないが，生き残り率が「べき数」で変化するため，無闇に広く取っても高年齢群は極めて少量となり．計算の結果にはほとんど影響がなくなるので漁獲量と生き残り率を考慮し，魚種別に適当と思われる年齢幅で打ち切って計算した．

成熟過程についての調査が行なわれ，産卵数・産卵回数・群成熟度などについての知見が得られている魚種も多い．したがって，これらの知見に基づいて各年齢ごとに産卵親魚に重み付けを行なうことが可能である．しかし，産卵数によって重み付けを行なうと，親魚量は実数でなく指数となり．実数である加入量と指数である親魚量との関係を求めることとどなって，親子関係としては適切ではないと考えられる．また，親魚の代りに産卵数を用いることも考えられるが，産卵調査の精度が魚種によって異なり，特に多回産卵の場合は産卵回数の決定が不可能に近く，産卵数を用いるのは好ましくない．群成熟度は各年齢の成熟割合であるから，それを用いて補正された値は，実際に産卵に加わる尾数を表わすことができる．したがって，若齢魚の群成熟度が著しく低い魚種については，親魚量の計算に当って，各年齢の成熟率をそれぞれの資源量にかけて計算した．計算に用いたプログラムを Fig. 4-2 に，各魚種の計算結果を Suppl. table 4-1 に示した．

主要魚種8種の計算結果は，それぞれの魚種によって特徴が認められる．

タチウオ：最も典型的なリッカー型曲線で示されるような親子関係を示す．成熟年齢は1966～1967年次では3歳群でほゞ100%が産卵に加わり，2歳群の1部が産卵するが，1954～1957年次には4歳が産卵の主群であったと報告されている（山田[114]）．したがって，初産卵年齢としては平均的に3歳から全群が産卵を行なうものとし，成熟度による補正は行なわなかった．現在の資源量は最大時の1/10近くまで低下しているが，その減少速度は近年減速している（Fig. 4-3）．

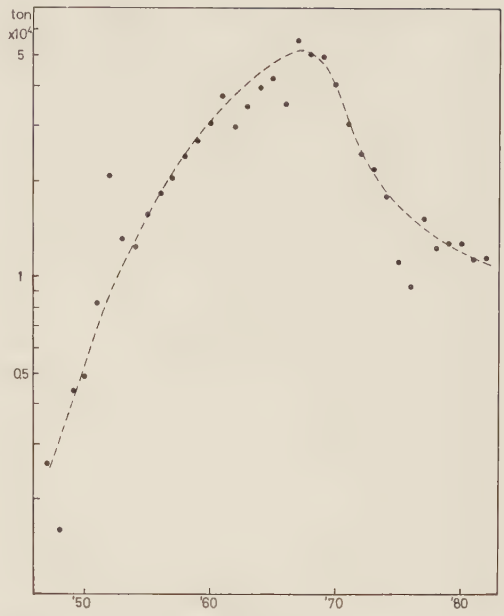


Fig. 4-3. タチウオの漁獲量の経年変化
Catch trend of *Trichiurus lepturus* for the Japanese pair trawl fishery. Curve is drawn free hand.

ワニエソ：他の多くの主要魚種と比べると漁獲量の減少割合はそれほど大きくない．成熟年齢および成熟割合についての明確な知見はない．1963年次の資料についてみると4歳から完全に成熟し，3歳でほゞ半数が産卵群に加わるものと考えられるので，3歳群以上を成熟群とし3歳群には0.5をかけて計算した．漁獲率は近年15年ほど安定しているが資源は漸減しつつある（Fig. 4-4, Upper）．

マダイ：ここでは系群として最もよくまとまっている黄海系群のみを取り上げた．この魚種は寿命が長いので，年齢を8歳まで取った．成熟については地域によって，またその資源量の大きさによって異なると考えられるので，最も平均的な成熟過程として初産卵年齢は4歳で，5歳になるとほゞ全群が産卵すると考え，初産卵群である4歳群には0.5をかけた．この魚種は個体の産卵量は極めて多く，その結果加入量の年変動が大きく，1歳魚をその主体とする漁獲量も年々の変動は著しいが，漁獲量の減少幅が大きいので経年的な漁獲量の変化傾向は容易に推定される．資源量の減少は著しく，最大時のほゞ1/100に近づいているが，漁獲努力量の急速な減少によって減少速度は低下している（Fig. 4-4, Lower）．

キダイ：第2次世界大戦後，漁獲統計が集計されるようになった時点からすでに漁獲量の減少が始まっており，戦争中の休漁期間中にも資源の回復が完全には

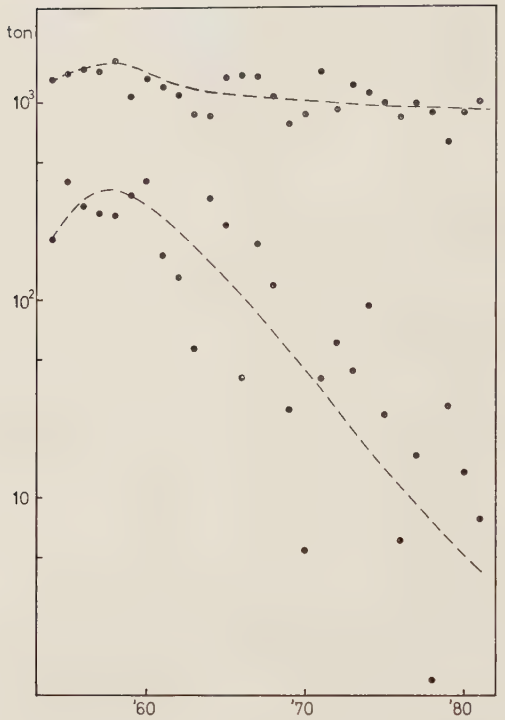


Fig. 4-4. ワニエソ（上）およびマダイ（下）の漁獲量の経年変化
Catch trends of *Saurida wanieso* (upper) and *Pagrus major* (lower) for the Japanese pair trawl fishery. Curves are drawn free hand.

行なわれなかったと考えられ，この計算法を当てはめるには若干無理な点もあるが，可能な限り条件に適合するように考慮して計算を行なった．漁獲量は急速な低下後，漁業の主対象の変化に伴って，変動しながらも一時的な横這いの状態を示している．資源もこれに対応し若干回復傾向を示しているが，漁獲が再び強化されるにしたがって直ちに減少に転じるという経過をたどっている．キダイの成熟過程は非常に複雑であり，若干不明な点もあるため，成熟度は考慮せず3歳から成熟するものとして計算した（Fig. 4-5, Lower）．

キグチ・クログチ：この両種は，その変化の時期は異なるが非常に類似した漁獲量の変動傾向を示す．漁獲量の上昇期と下降の初期には年変動幅は小さいが，漁獲量が著しく減少している近年の相対的な変動幅は非常に大きい．特に，低下の著しいクログチの変動幅は顕著である．両種とも親子関係式の変化に非常に敏

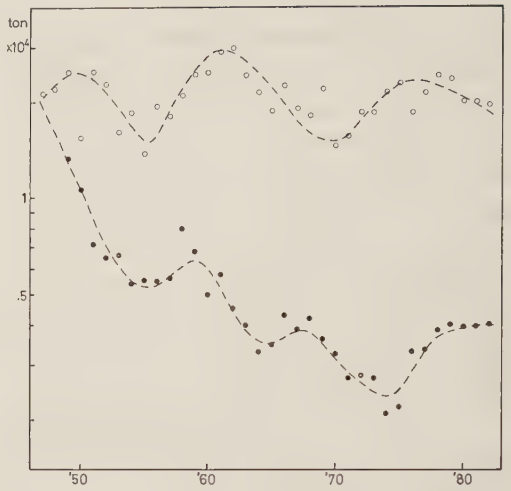


Fig. 4-5. シログチ（上）およびキダイ（下）の漁獲量の経年変化
Catch trend of *Argyrosomus argentatus* (upper) and *Dentex tumifrons* (lower) for the Japanese pair trawl fishery. Curves are drawn free hand.

感であり，最大加入量が僅かに増加すると資源は直ちに増大する傾向を示す．キグチについては，成長および成熟の経年的変化が明らかにされているが，3時点についての値が示されているのみで，これらの連続的な変化を示すにいたっていない．したがって，平均体重および成熟度としては平均的な値を用いることにした．成熟は，キグチは2歳から大部分が成熟するので2歳群に0.9をかけ，クログチは3歳からその半分が成熟するとして計算した（Fig. 4-6）．

ハモ：他の魚種はいずれもふ化後1年でほぼ完全に漁獲の対象となるが，ハモのみは完全加入年齢は3歳である．したがって，産卵から加入の間に漁獲を受けない期間が他の魚種より2年間長い．また，親子関係における「子」の量は加入量を取るべきであるが，この場合自然死亡を一定（年間率1.5）と定めているため，加入量は満1歳の量と比例するので，他の魚種と同様に満1歳群との関係として求めた．ハモの成熟については，1951～1952年次と1965～1970年次との間で相違していることが示されているが（篠原[89]），この変化が連続的にはどのようになっているのか不明である．また，1970年以降も資源量は減少しており．当然さらに成熟の主体は若齢に移っていると考えられる．

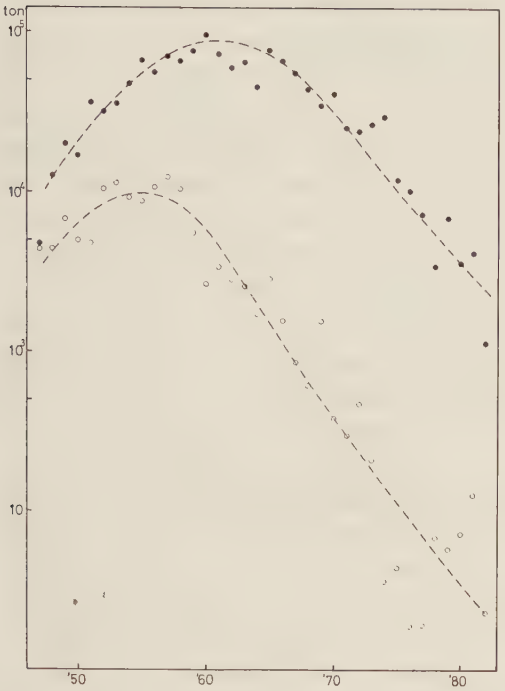


Fig. 4-6. キグチ（上）およびクログチ（下）の漁獲量の経年変化
Catch trend of *Pseudosciaena polyactis* (upper) and *Atrobucca nibe* (lower) for the Japanese pair trawl fishery. Curves are drawn free hand.

そこで成熟度としては1970年の数値を用いることにした．すなわち，成熟は3歳から始まり，3歳に0.1，4歳に0.5，5歳に0.7，6歳に0.8，7歳に0.9をかけて産卵親魚量を計算した．近年漁獲量の低下傾向は弱まっているが資源は依然として減少しており，これは漁獲率の増加によるものと思われる（Fig. 4-7）．

シログチ：主要魚種の中で漁獲の減少がみられない唯一の種類である．成熟は SHINGU[88] の示した年齢別成熟割合にしたがって2歳には0.9をかけ，3歳以降は全群が産卵群に加わるものとした．資源量は波動しながらも全体的な傾向としては漸減傾向を示している．現在は波動の最低値にあるがこのまゝ減少するか，この減少が波動の減少過程における低下であり再び上昇するかは不明である．しかし，親魚量も最低を示しており，再上昇しても大きな上昇は望めないであろう（Fig. 4-5, Upper）．

考　察

漁獲物の年齢別尾数組成に基づく POPE[69] の手法によって，同じ資料および自然死亡率を用いて，資源量と生き残り率および漁獲死亡率を計算し，前述の親子関係に基づく計算結果と比較した．両結果は非常によく一致する場合もあるが，大きく食い違うこともある．その相違の原因には幾つかの型が認められる．

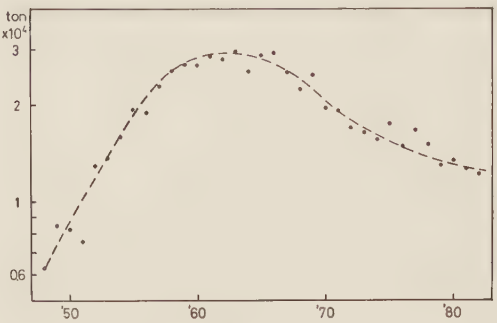


Fig. 4-7. ハモの漁獲量の経年変化
Catch trend of *Muraenesox cinereus* for Japanese pair trawl fishery. Curve is drawn free hand.

最も系統的な食い違いがみられるのは，加入量が増大しているにも係わらず漁獲量がそれに対応して増加しない場合であり，一致度は可成り低くなる．例えば，タチウオのように親子関係曲線の峯の両側にまたがって Cohort 分析の結果が得られている場合には，峯の右側すなわち，親魚量の減少に伴って加入量が増加する過程では Cohort 分析の結果の方が小さい値となるが，峯の左側になると両計算結果は極めてよく一致するようになる．また，漁獲物の年齢組成が若齢群に極端に偏っている場合には，一致度が低くなる．シログチ・ワニエソがこれに当るが，この両種は共に資源量の減少が比較的小さいと考えられる魚種である．しかし，両種とも漁獲物の年齢組成は若齢群主体となっており，漁獲物から求められた生き残り率は極めて低い．このような低い生き残り率では，この両種の示す比較的高い資源量水準を維持することは不可能であると考えられ，漁獲物の年齢組成の結果に若干無理があるように思われる．その他，特殊なものとしてマダイのように漁獲量の年変動が大きい場合には，当然の結果として Cohort 分析の結果も大きく年々変わる．これでは全体的な資源量の変化傾向を検討しにくい．

以上のように両計算結果は必ずしもよく一致しているとはいえないが，資源量の推定のように非常に仮定の多い分析結果としては，その差はほゞ妥当な範囲内にあると考えられる（Table 4-1）．

得られた親子関係をみると，親子の均衡点（Pr）が最大加入量（Pm）と非常に近似した値を示している場合がある．そこでそのような形によく似ている Beverton-Holt の曲線について検討した．先に得られた結果と同じ均衡点を用いた Beverton-Holt の式 R＝P/(1-A(1-p/pr)) において，曲率を表わす係数Aに0.9から0.01ずつ増加させ，0.99までの値を代入して同様な計算を試みた．その結果リッカー型曲線で Pr と Rm がほゞ同じ値を示した結果では，Beverton-Holt の曲線を用いて求めた計算結果の方がより急速に資源量が回復し，均衡点で安定する．その安定するまでの速度は係数Aが大きい程早い．また，リッカー型曲線において Rm が Pr より大きな値を取る場合に当てはめると，資源はいずれの曲率の曲線でも枯渇してしまう．すなわち，Beverton-Holt 型の曲線が適合するのは極めて特殊な例であろうと思われる．

上記の資源量の計算法は幾つかの前提の上に作られており，それらの前提が正しく適合する場合にのみ成立する．したがって，この方法に用いられている前提と異なる前提に基づいて組立てられている資源量推定法と併用し，相互の前提および諸条件の吟味を行なうことが望ましい．しかし，前述したように一般に用いられている数種の資源量推定法には，ここで用いた資料に充分な精度で適合し難い点がある．また，統計資料にも若干の問題点が認められたので，ここでは余り詳細な比較検討は行なわないことにする．この研究においては先に示した計算結果を用いて検討を進めることとし，この計算法と他の推定法との詳細な比較検討およびこの計算法の精密化の検討は別途行なうこととし，次にその特徴を述べるにとどめる．

先ず，計算が原因から結果へ連続的に行なわれるため，予測に用いることができる．しかし，この連続性のために計算途中で生じた僅かな誤差を蓄積する危険を含み，逆に欠点となる場合もある．次に，計算結果

Table 4-1. Corhort 分析に基づく主要魚種の資源尾数および資源量
The stock size in number (PN) and weight (PW) for 8 major demersal fishes computed by the cohort analysis technique.

PN : 10 fish, PW : ton

Year	キグチ (84)		シログチ (130)		クログチ (93)		ワニエソ (249)	
	PN	PW	PN	PW	PN	PW	PN	PW
1963	163413	137986	30768	36656	14620	8209	5837	5943
'64	169578	127408	29081	34470	18657	10888	7298	6444
'65	238639	165996	30764	36467	8773	6974	11243	9408
'66	187388	132543	27625	34403	6345	3105	9248	8785
'67	150099	104469	23634	30884	6047	3527	9962	7714
'68	113945	80961	28482	34050	11586	7069	7753	5760
'69	96421	65152	29893	35334	2690	1614	6441	4861

Year	タチウオ (144)		ハモ (183)		マダイ (221)		キダイ (85)	
	PN	PW	PN	PW	PN	PW	PN	PW
1963	35684	73952	6858	50305	1673	3286	12827	17797
'64	39029	77908	6599	50338	1521	2915	11353	15970
'65	45959	86720	6266	49730	2834	4451	12832	15762
'66	51567	94957	5628	43566	2890	5061	14920	18315
'67	51768	111758	5457	42196	3580	4796	12847	16380
'68	48353	99089	5050	41358			13630	15419
'69	43334	89160	5243	37063			15020	18108

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

から諸係数の吟味が可能であり，検討結果の再入力が簡単に行ないうることなどが長所としてあげられる．短所としては，計算が理論値から出発し，その出発点が資源が利用され始めた初期にあたるため，漁獲統計資料が漁業の初期から求められていることを必要とすることである．また，増殖率の影響が大きく，成熟調査の精度に左右され易いことも欠点といえよう．

その他の魚種の資源量の推定

以西底びき網漁業の漁獲物中，先に資源量を求めた8魚種の占める割合は，1960年には58%であったが，本調査を行なった1972～1974年頃にはほゞ40%に減少し，主要8魚種以外の魚種の重要性が増してきている．これらの残りの魚種の資源量の推定を行なった．

漁獲量の推定：漁獲統計では単一魚種として集計されている魚種には前出の8魚種以外にホンニベ・イボダイがあり，1969年からはマナガツオ・ヒラ・ツマリエツ（通称マメヒラ）も新しく分離集計されている．このうちマナガツオは，正確にはマナガツオとコウライマナガツオの合計であるが，これらは生態的・形態的に非常に類似しているので両種の合計値をそのまゝ用いることにした．これらの単一種として集計されたものは，主要8魚種と同様に移動平均値に基づいて滑らかな曲線を当てはめ，その曲線上の値を読み取って漁獲量とした（Fig. 4-8～10）．

これら13種以外についての魚種別漁獲量としては，以西漁業を行なっている会社のうち過去の資料が保存されていた数社の船別水揚統計の集計された資料がある．1975年・1980年の2ケ年分の資料であり，調査時期に数年のひらきがあるが，この時期は総漁獲量およ

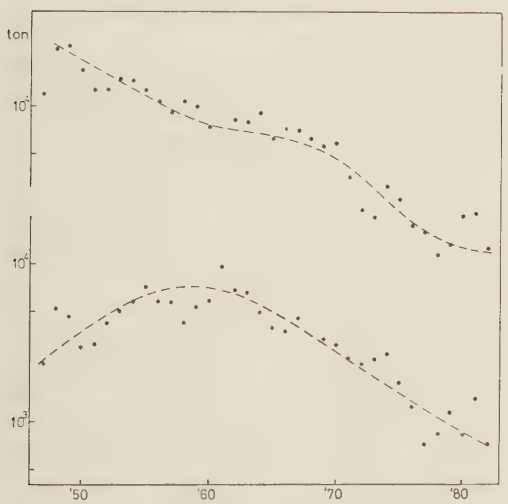


Fig. 4-8. ホウボウ・カナガシラ類（上）およびホンニベ（下）の漁獲量の経年変化
Catch trends of *Triglidae* (upper) and *Miichthys miiuy* (lower) for Japanese pair trawl fishery. Curves are drawn free hand.

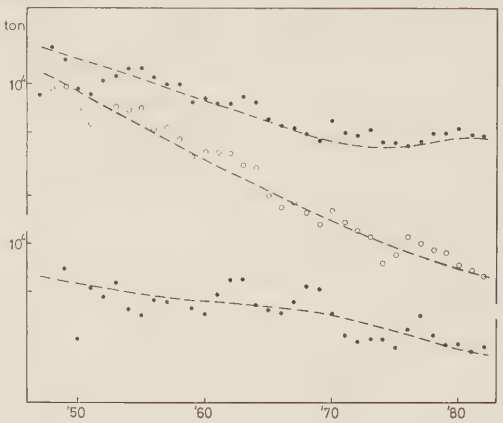


Fig. 4-9. エイ類（上），フカ・サメ類（中）およびコチ類（下）の漁獲量の経年変化
Catch trends of Rajiformes (upper), Lamniformes (middle) and Plattycephalidae (lower). Curves are drawn free hand.

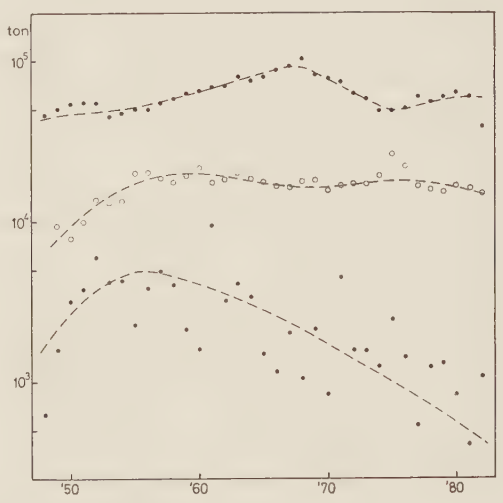


Fig. 4-10. その他（上），ヒラメ・カレイ類（中）およびイボダイ（下）の漁獲量の経年変化
Catch trends of others (upper), Pleuronectiformes (middle) and *Psenopsis anomala* (lower) for Japanese pair trawl fishery. Curves are drawn free hand.

びその他の漁獲量ともにほゞ横這い状態にあり，内容的に大きな変化はないと考えられるので，この両年の資料を平均して用いることにした．

先ず，前記集計資料を基本統計において類別に集計されている魚種項目にしたがってヒラメ・カレイ類，フカ・サメ類，エイ類，コチ類，ホウボウ・カナガシラ類および「その他」の各類に区分・合計し，それぞれの区分ごとに各魚種の漁獲量の割合を求めた．得られた割合を調査時の1974年・1958年のそれぞれの区分の基本統計の漁獲量にかけ，魚種別漁獲量とした．この集計においても各区分において「その他」としてまとめられているものがあり，これらの全漁獲量に対する割合は6.8%であった．

漁獲率の推定：主要8魚種のうち漁獲量の減少の認められないシログチおよび他の魚種に比べ資源量の低下の小さいワニエソを除き，6魚種の漁獲率を見ると漁獲量の大きな魚種ほど漁獲率(E)も大きいことがわかる．そこで最大漁獲量を横軸，最大漁獲率を縦軸に取って両対数グラフ上に乗せると，これらの点は一直線上によく適合する．さらに最大漁獲時の漁獲率を縦軸に取って同じように対数グラフ上に乗せると，キグチのみは若干小さいが両者の関係は全体的にほゞ一直線で示すことができる．キダイの漁獲量の変化過程はドーム型を示さず，統計に表われる最初の漁獲量が最大漁獲量となり若干問題はあるが，その値が真の最大漁獲量と余り大きな相違はないと考えられる．これらの直線はそれぞれ次式でもって示される（Fig. 4-11）．

$$Em = 0.1173 \cdot Cm^{0.1527} \cdots\cdots(1)$$

$$Es = 0.0780 \cdot Cm^{0.1511} \cdots\cdots(2)$$

ここで Em は最大漁獲率，Es は最大漁獲時漁獲率，Cm は最大漁獲量である．

このような関係がその他の魚種にも当てはまるとすると，この関係式を用いて1974年・1958年の資源量を計算することができる．すなわち，各魚種の両年の漁獲率は，上記の2つの式によって求められたそれぞれの漁獲率の間にあると推定される．1958年はほとんどの魚種の漁獲量が漁獲量最大時付近にあり，(2)式によって求められる漁獲率を代用しても余り大きな相違はないと考えられる．一方，主要魚種の最大漁獲時以後の漁獲量と漁獲率との関係をみると，漁獲量が急速に減少する過程において漁獲量が最大漁獲量の60%以下になると，ほゞ最大漁獲率に近い値を示すようになり，その後漁獲量が横這いになるにしたがって漁獲率は徐々に小さくなる．各魚種および各魚種区分の漁獲量の経年変化を概観すると，いずれの魚種の漁獲量も

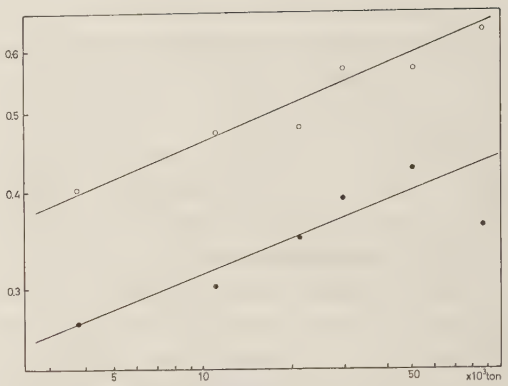


Fig. 4-11. 主要魚種の最大漁獲量と最大漁獲率および最大漁獲時漁獲率との関係
Relationship between highest catch (ordinate) and the corresponding rate of exploitation (upper), and relationship between the highest catch (ordinate) and the highest rate of exploitation (lower) for major demersal fishes.

Table 4-2. 魚種別推定漁獲率
Rate of exploitation estimated for respective fish stocks.

Species number	魚種名 Species name	1974	1958
221	マダイ	0.272	0.329
85	キダイ	0.273	0.331
249	ワニエソ	0.362	0.312
130	シログチ	0.470	0.248
84	キグチ	0.642	0.251
93	クログチ	0.381	0.454
144	タチウオ	0.118	0.542
183	ハモ	0.543	0.226
214	ホンニベ	0.260	0.415
226	マナガツオ	0.302	0.299
40	イボダイ	0.412	0.279
193	ヒラ	0.368	0.250
153	ツマリエツ	0.363	0.246
175	フカ・サメ類	0.457	0.309
110	コチ類	0.422	0.283
53	エイ類	0.476	0.322
208	ホウボウ・カナガシラ	0.512	0.346
75	ヒラメ・カレイ類	0.518	0.350
251	その他魚種	0.516	0.442

Figures in column of species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

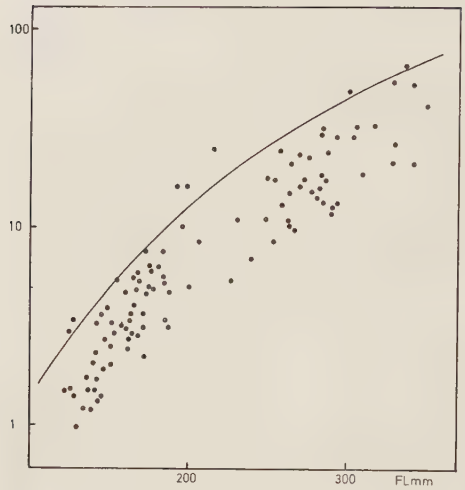
Table 4-3. 類別漁獲量の魚種別配分比および魚種別資源量
Allotment ratio of the recorded catch for fish group to each fish species and estimated stock size by fish species.

Unit : ton

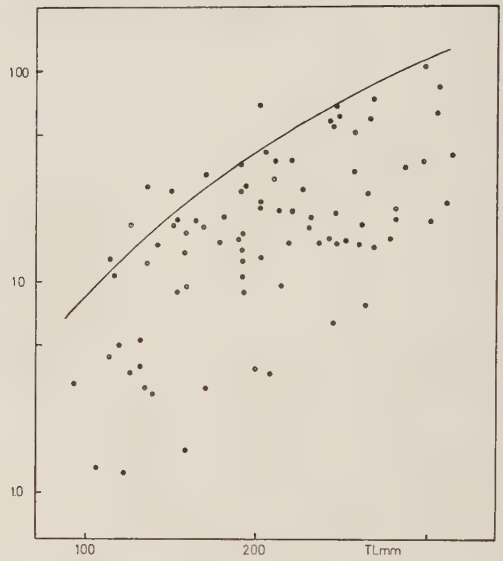
Species number	魚種名 Species name	Ratio %	1974	1958
221	マダイ		486	14020
85	キダイ(レンコダイ)		9134	19053
249	ワニエソ		25686	48020
130	シログチ		44279	89430
84	キグチ		22132	309081
93	クログチ		273	24432
144	タチウオ		33194	204281
183	ハモ		28937	112190
226	マナガツオ		23833	24121
40	イボダイ		2837	15765
214	ホンニベ		4293	28561
193	ヒラ		4293	14830
153	ツマリエツ		744	15047
	フカ・サメ類 (175)			
55	オオセ	0.75	15	141
12	アカシュモクザメ	0.25	5	47
154	ツマリツノザメ	9.60	193	1804
210	ホシザメ	1.70	34	319
165	ナガサキトラザメ	3.50	70	658
175	その他サメ類	84.20	1697	15810
	合計, Total		2014	18779
	コチ類 (110)			
49	ウバゴチ	12.15	920	2126
109	コチ	65.55	4966	11468
237	メゴチ	17.74	1345	3104
11	アカゴチ	4.55	345	796
	合計, Total		7576	17494
	エイ類 (53)			
6	アカエイ	5.80	536	1533
80	ガンギエイ類	70.90	6555	18739
53	その他エイ類	23.30	2159	6171
	合計, Total		9250	26443
	ホウボウ・カナガシラ (208)			
71	カナガシラ類	22.05	1034	3637
207	ホウボウ	77.95	3655	12856
	合計, Total		4689	16493
	ヒラメ・カレイ類 (75)			
107	コケビラメ	0.22	99	163
32	イシガレイ	6.20	2838	4549
184	ババガレイ	1.56	640	1122
81	ガンゾウビラメ	0.39	180	288
141	ソウハチ	3.27	1499	2402
234	ムラサキシタビラメ	5.95	2718	4359
38	イヌノシタ	25.92	6076	19008
241	ヤナギムシガレイ	7.04	3238	5190
105	コウライアカシタ	0.30	140	223
195	ヒラメ	17.40	7894	12609
209	ホシガレイ	0.96	440	707
219	マコガレイ	4.50	2059	3314
233	ムシガレイ	11.15	5096	8169
235	メイタガレイ	8.16	3717	5978
75	その他カレイ	7.30	3338	5353
44	その他シタビラメ	0.04	20	33
	合計, Total		39992	73356
	その他			
5	アカアマダイ	1.55	1309	1826
128	シロアマダイ	0.75	633	883
9	アカカマス	1.30	1098	1531
242	ヤマトカマス	0.60	507	707
89	クラカケトラギス	0.15	126	177
148	チカメキントキ	0.40	338	471
86	キントキダイ	5.60	4730	6596
215	マアジ	2.20	1858	2591
230	マルアジ	0.30	253	353
239	モロ	0.05	42	59
216	マアナゴ	3.70	3125	4358
122	サワラ	1.10	929	1296
228	マハタ属	0.15	127	177
66	カサゴ	0.60	507	707
95	クロソイ	1.85	1563	2179
23	アンコウ	2.95	2492	3475
28	アイナメ	0.05	42	59
37	イトヨリダイ	0.05	42	59
50	ウマヅラハギ	2.40	2027	2827
238	メブトカンダリ	0.05	42	59
129	シロギス	3.70	3125	4358
88	クサウオ	0.05	42	59
91	クロアジモドキ	0.15	127	177
102	コイチ	2.05	1731	2415
108	ショウダイ	0.10	84	118
22	アラ	0.15	127	177
134	スズハモ	1.95	1647	2297
138	セトダイ	0.10	84	118
222	マダラ	0.50	422	589
199	ヒレコダイ	1.20	1014	1413
247	ヨロイイタチウオ	6.45	5448	7597
168	ニシン	12.40	10474	14605
231	マルイボダイ	0.25	211	295
189	ヒメジ	0.15	127	177
64	イワリ	1.45	1225	1708
200	ウセイ	2.40	2027	2827
201	グ科 spp.	4.00	3379	4711
225	マトウダイ	1.20	1014	1413
16	アカヤガラ	0.20	169	236
15	アカムツ	1.35	1140	1590
170	その他グチ	0.05	42	59
370	カニ類	11.80	9967	13898
275	タコ類	0.80	676	942
374	シャコ	0.10	84	118
251	その他魚類	21.15	17864	24911
	合計, Total		84040	117198

Figures in column of species number and in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

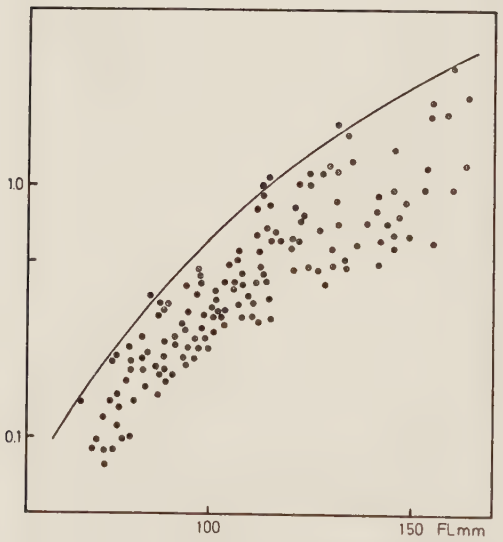
ワニエソ (*Saurida wanieso*)



アンコウ (*Lophiomus setigerus*)



ヒメジ (*Upeneus bensasi*)



ホタルジャコ (*Acropoma japonicum*)

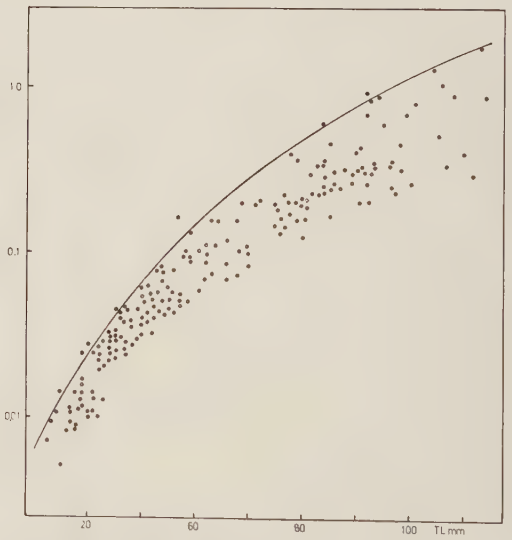
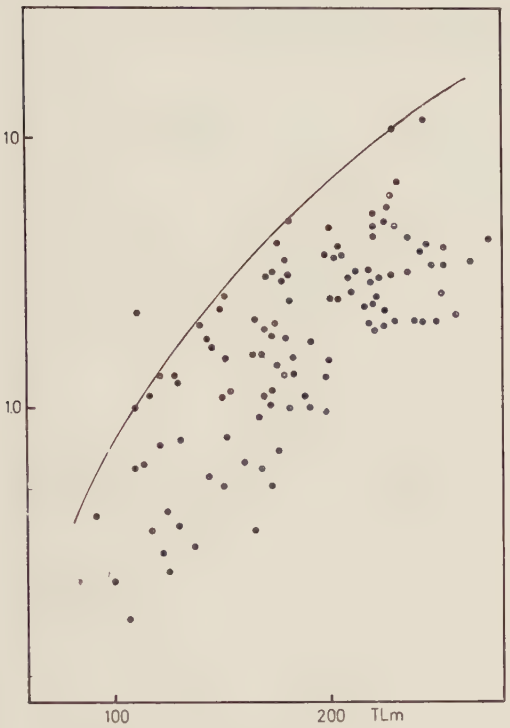


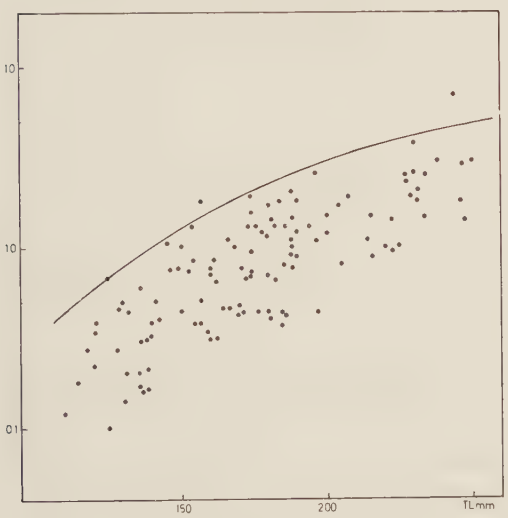
Fig. 4-12. 体長と胃内容物重量との関係
Relationship between length of fish and weight of stomach contents in various fishes.

減少しており，その漁獲率は前記の主要魚種の(1)式によって表わされる漁獲率と類似した値を示すものと推定される．しかし，ヒラメ・カレイ類のみはその減少がゆるやかで，最大時の82%にとどまっている．したがって，この類については両漁獲率の平均値を適用することにした．また，マナガツオの漁獲量統計は，分離集計されて13年しか経過していないため明確には判断し得ないが，その漁獲量はほゞ横這い状態にあると考えられる．そこでこの魚種については1958年と同様に1974年の場合にも最大漁獲時漁獲率を用いることに

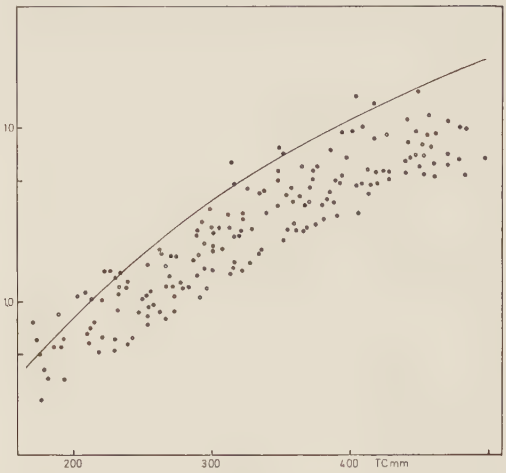
キントキダイ (*Priacanthus macracanthus*)



メイタガレイ (*Pleuronichthys cornutus*)



タチウオ (*Trichiurus lepturus*)



ガンギエイ (*Raja kenoyei*)

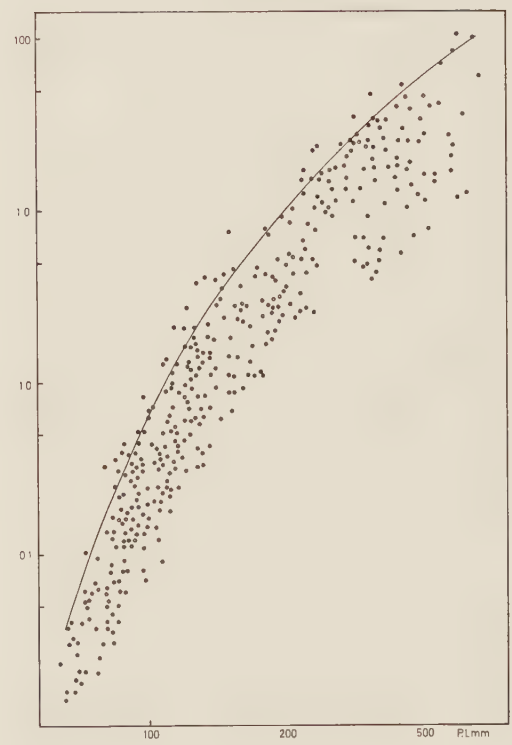


Fig. 4-12. (continued)

した．両類以外の各魚種の漁獲量は総て最大漁獲量の60%以下に減少し，1974年には，まだ漁獲量の低下が止まり横這い傾向をみせているものもないので，最大漁獲率を当てはめることにした (Table 4-2)．

計算された各魚種の漁獲率でそれぞれの漁獲量をわり，それぞれの資源量を求めた．近縁種がまとめて集

計されている各類については，各類ごとに求めた漁獲率で各漁獲量をわって各類の資源量を求め，得られた類別資源量に各魚種別割合をかけて魚種別資源量を計算した（Table 4-3）．

2） 体重と捕食量との関係

各魚種の1974年・1958年における資源量を推定することができた．そこでこれらの漁獲対象魚種の捕食量を求めるためには，各魚種が捕食している餌生物の種類別捕食量を求めなければならない．その第1段階として単位体重当り捕食量を求める必要がある．捕食行動は本来連続的に行なわれ，その捕食様式は当然魚種によって異なると考えられる．これらの連続的行動の累積結果である捕食量を知るためには連続した資料が必要であるが，実際に得られている資料の大部分は断面的なものである．唯一の連続的資料である時刻別採集資料を用いて行なった捕食量の時刻別分布の検討においては，周期性を示すような明確な結果はいずれの魚種についても得られなかった．このことは，捕食行動にはそれほど明確な周期性がないことを示していると考えられ，連続的な調査を実施しえたとしても，魚群としてその捕食の周期における最盛期に基づいて各魚種の捕食量を推定することは困難であると推測される．ここで用いてきた資料は，先に行なった検討によって，捕食のほゞ平均的な時刻付近において採集されていると推定される．そこで，得られている各地点の全資料を用いて胃内容物重量と体重との関係を求め，その両者の関係から平均捕食量を求めることにした．

胃内容物重量は体重の一部であり，自己の体に比べて非常に大きな餌を捕食する種では，胃内容物重量によって体重が大きく変化する．そこで，体重としては胃内容物重量を除去した体重を用いるべきであるが，この節での検討以外ではすべて胃内容物重量を含めた体重を用いるので，捕食量の推定においてのみ胃内容物重量（又は内臓重量）を除いた重量を用いると以後の検討に不都合をきたすことになる．したがって，直接体重との関係を求めずに，体長と胃内容物との関係を求め，得られた関係を読み取り，体長―体重関係式によって体長を体重に換算し，両者の関係を求めるという手順を用いた．

横軸に体長（又は全長・肛門前体長）を取り，縦軸に胃内容物重量の対数値を取って各測定値を図表に乗せると，得られた各点の散らばりは著しい．特に両者の関係の上辺部では各点が分散し，大きく飛び離れた点が見られる場合が多い．したがって，各魚種の平均捕食量がこの関係図のどの部分に相当するかを検討しなければならない．

先ず考えられる方法は胃内容物重量の最も大きな値を結んで，その魚種の飽食状態における捕食量とし，この値を平均捕食量とする方法である．しかし，前にも述べたように，これらの胃内容物重量の最も高い値を示す点は，多くの場合他の点から大きく離れておりこの値をもって平均的な値とすることには無理がある．この値はむしろ最大捕食可能量を示すものと考えた方がよいであろう．

次に考えられるのは，捕食量の高い部分で最も点が密集している部分を取る方法である．胃内容物組成の時刻変化の調査においても明らかにしたように，資料中に最も多く認められる胃の状態は捕食後消化過程が相当に進んで，僅かに消化残さいが残っている状態の個体であり，この状態に相当する値では平均捕食量としては小さ過ぎるものと考えられる．また，これらの観測点の最密集部が明瞭に認められない魚種も多く，この点からもこの部分は適していない．

自然界における動物は，必要な量の食物を得ることが最も重要な生活活動の一つであって，その生活行動のほとんどがそのために費やされている．したがって，毎日必要な量の食物をほゞ得ていると考えるのが妥当であろう．そのような観点と胃内容物の観察結果から考えると，若干過小評価になる可能性が強いが，各点の集合部の最外側を結んだ線をもって，各魚種の平均捕食量と体長との関係とすることが妥当であると考えられる．両者の関係を採集季節別に求めて比較したが，いずれの魚種においても季節による大きな差は認められなかった．したがって以後の検討は各採集季節の資料をまとめておこなった．資料が少なく各点が散在する魚種については，資料が多く集められている魚種のうちで生態的に最も類似した魚種における関係を参考にして線を描いた．これらの関係曲線は総て手書きによって求めた（Fig. 4-12）．

得られた関係を見ると，ほとんどの魚種が上に凸型の曲線を示す．この曲線上の点を読み取り，体長―体重関係式（Table 4-4）に基づいて体長を体重に換算し，体重と胃内容物重量との関係を求めた．この両者の関係は魚種によって様々な形を取るが，大別すると

Table 4-4. 各魚種の体長と体重との関係の係数
Parameters for the length-weight relationship by species.
$BW = b \cdot L^a \cdot 10^{-x}$ (cm, g)

Species number	魚種名 Species name	a	b	x		Species number	魚種名 Species name	a	b	x	
221	マダイ	2.8140	4.0207	2	F・L	233	ムシガレイ	3.4430	2.3415	3	T・L
85	キダイ	2.9922	2.7437	2	F・L	89	クラカケトラギス	3.2028	7.0990	3	T・L
249	ワニエソ	3.2262	4.1264	3	F・L	154	ツマリツノザメ	2.6823	1.6711	2	T・L
130	シログチ	3.2442	5.9146	3	T・L	70	カナガシラ	3.3161	4.2648	3	F・L
84	キグチ	3.5450	1.5240	3	T・L	61	オニカナガシラ	3.0762	1.0700	2	F・L
93	クログチ	3.2201	4.7154	3	T・L	27	イゴダカホデリ	3.1960	8.0872	3	F・L
144	タチウオ	2.8293	2.5880	2	A・L	189	ヒメジ	3.2120	8.8654	3	F・L
183	ハモ	2.9333	2.5351	2	A・L	245	ヤリヒゲ	2.8039	1.0233	1	A・L
214	ホンニベ	3.0486	7.1170	3	T・L	86	キントキダイ	3.0731	1.3101	2	T・L
226	マナガツオ	3.3852	8.2985	3	F・L	143	ソコハリゴチ	2.6299	1.0784	2	T・L
40	イボダイ	3.6219	3.9564	3	F・L	234	ムラサキシタビラメ	3.3391	1.7026	3	T・L
38	イヌノシタ	3 4358	9.7634	4	T・L	235	メイタガレイ	3.3293	5.1689	3	T・L
193	ヒラ	2.8958	1.3903	2	F・L	237	メゴチ	3.1211	5.8063	3	T・L
153	ツマリエツ	3.2570	3.4253	3	F・L	20	アブオコゼ	3.2133	1.1314	2	T・L
23	アンコウ	2.9418	2.4143	2	T・L	111	コニベ	3.5606	2.0711	3	T・L
216	マアナゴ	3.0469	2.4791	2	A・L	238	メブトカンダリ	2.8273	1.3989	2	T・L
217	マエソ	3.0114	7.4903	3	F・L	10	アカグツ	3.1175	1.8884	2	T・L
150	チョウチョウエソ	3.3901	2.6638	3	F・L	49	ウバゴチ	3.1396	6.3009	3	T・L
225	マトウダイ	2.8321	2.8262	2	T・L	15	アカムツ	3.0516	1.4890	2	T・L
79	ガンギエイ	2.9319	3.1297	2	B・L	9	アカカマス	3.7489	5.4538	4	F・L
3	アオミシマ	2.9830	1.5064	2	T・L	11	アカゴチ	3.1001	4.6687	3	T・L
232	ミシマオコゼ	3.3063	6.6024	3	T・L	129	シロギス	3.3036	2.9492	3	T・L
64	カイワリ	3.1878	1.4750	2	F・L	247	ヨロイイタチウオ	3.2921	2.7309	3	T・L
165	ナガサキトラザメ	3.5184	5.6105	4	T・L	213	ホタルジャコ	3.0484	1.3042	2	T・L
207	ホウボウ	2.7780	2.1867	2	T・L	157	テンジクダイ	3.1712	9.6838	3	T・L
81	ガンゾウビラメ	3.4715	2.3195	3	T・L	250	ワニギス	3.0051	7.1903	3	T・L
145	タマガンゾウビラメ	3.1307	5.7491	3	T・L	191	ヒメスミクイウオ	3.2085	8.1920	3	T・L
200	フウセイ	2.4796	5.2360	2	T・L	113	コモチジャコ	2.8609	7.6430	3	T・L
141	ソウハチ	3.5554	1.4191	3	T・L	118	サイウオ	3.3319	2.6693	3	T・L
104	コウライガジ	3.4444	1.0580	3	T・L	41	イワハダカ	3.0969	7.4216	3	T・L
241	ヤナギムシガレイ	3.4299	1.8595	3	T・L	172	ネズッポ類	2.9273	6.1731	3	T・L
50	ウマヅラハギ	2.7753	2.1727	2	T・L	5	アマダイ類	3.2650	5.1904	3	T・L

Figures in column of species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

凸型，直線および凹型の3つに分けられる．そのうち最も多く認められるのは上に凹型の曲線である．しかし，これらの曲線の曲率は非常にゆるやかであり，原点の近くを通る直線で置き換えても大きな誤差は生じないと考えられる．これらの資料の範囲内の成魚においては，体重当り捕食量には余り大きな年齢の差はないと考えてよいであろう．

3) 体重当り捕食量の推定

各魚種資源の1日当り捕食量を計算するためには，単位体重当りの捕食量を求める必要がある．体重と捕食量の関係は，前述のように原点を通る直線で示されるものは少ない．このような，捕食量が体重と比例していない魚種においては，各体重範囲当り捕食量を求め，それに対応する資源量にかけて合計し，各魚種資源の捕食量を求めなければならない．しかし，各体重範囲別資源量が得られるのは主要魚種8種のみである．先に求めた体重と捕食量との関係をみると，その曲線の曲率は一般にゆるやかであり，いずれの曲線も中央部は直線的で，両端において同方向に湾曲している．つまり，曲線の中央部における単位体重当り捕食

量は両端の値の中間にある．したがって，平均体重における捕食量を用いれば，先に示した体長範囲別に求めた場合と大きく相違することはないと考えられる．各魚種の平均体重は，主要8魚種については親子関係に基づく計算結果から求めた．その他の魚種については，採集資料の平均体重を求めて1974年次の平均体重とした．1958年次については，主要8魚種の平均体重の1974年と1958年との比の平均値（1.395）を，それぞれの魚種の1974年次の平均体重にかけることによって求めた．得られた各平均体重に対応する捕食量を胃内容物重量と体重との関係曲線から求め，平均体重でわって単位体重当り捕食量を求めた．体重と捕食量との関係は，各魚種の生理的特性であって年次によって大きく変化はしないと考えられるので，1958年についての捕食量も先に得られた関係曲線に基づいて求めた．また，資料が少なく関係曲線の得られなかった，ヒラメとフグ類およびその他のエイ類については，それぞれガンゾウビラメとウマヅラハギおよびガンギエイの数値を代用し，コイチはグチ類4種，カナガシラ類については漁業対象種であるカナガシラとイゴダカホデリ，その他のカレイ類についてはカレイ類4種，その他のサメ類についてはツマリツノザメとナガサキトラザメ，コチについてはコチ類4種のそれぞれの平均値を用いた（Table 4-5）．

得られた単位重量当りの捕食率はヤナギムシガレイの0.99からマエソの31.0まで極めて幅が広い．これらを概観すると，大きな口を持って大型の餌を捕食する型の魚種は一般に高い数値を示し，口が小さく小型の餌を数多く捕食する型の魚種は低い数値を示す傾向が認められる．

石渡[22]によると，飼育魚の水温20°C前後におけるマサバ肉に対する飽食量は，クロダイ13.4%，マハタ10.4%，アマナゴ9.4%，メバル9.3%，メジナ8.9%，イサキ8.4%であるとしている．これらと比較するとアンコウ，エソ類，アオミシマの数値は過大であるとも考えられる．また，畑中[15]は，マサバにカタクチイワシを与えて飼育した場合，日間捕食率が5%以下になるとほとんど成長しないと述べている．同様に藤田[8]は，フグは蓄養時の3～5月の低水温時に捕食率が0.6～1.5%に低下し，体重が12月時の10%減になったと記している．このことから考えると，単位体重当りの捕食率が5%以下の数値で示されている魚種は，その捕食量が過少に求められていると考えられる．

それらの例は総て人工的な投餌による飼育魚についての結果であり，当然自然界における捕食状況との間には差があると考えられる．すなわち，飼育魚の場合には栄養価の高い餌を最少の労力によって得ている．この点からすると，むしろ飼育魚は自然に生息する魚より少ない餌でよいことになる．しかし一方では，飼育魚は短期間に最大の成長を得る目的で，可能な限り多くの餌を捕食するように管理されている．したがって，この面からみると飼育魚の方がより高い捕食率を示すと考えられる．この両側面を考慮し，飼育されている魚の急速な成長をも考えあわせると，前述の飼育魚についての日間捕食率は，若干天然魚よりも高いと考えるのが妥当であろう．しかし，それらの条件を差し引いても，シタビラメ類やコチ類などのように小型の餌を多数捕食する魚種について得られているこの捕食量が，1日に捕食する総捕食量であるとするには小さ過ぎると考えられる．これらの魚種は体の大きさに比べて腹腔そのものが小さい．腹腔の大きさが内臓の重量に比例するとみなして，体重に対する内臓重量の比を求めてみると，イヌノシタ4.0%，ヤナギムシガレイ3.7%，ウバゴチ5.5%と非常に小さく，必要最低捕食量が内臓総量に匹敵している．したがって，これらの魚種は，1回に捕食しうる餌の量は少ないが，1日に何回も捕食することによって必要な捕食量を得ていると考えるのが妥当であろう．しかし，現在の知見からは，このような型に属する魚種が1日に何回捕食するか，その回数については知ることができない．

先に示した捕食率は，1回の捕食活動において達成された満腹時の捕食率に相当する．したがって，この研究においては捕食率としては，この満腹時捕食率を用いて考察を進めることにする．

4） 魚種資源の餌生物別捕食量

先に求めた1974年・1958年における各魚種の資源量に，得られた満腹時捕食率をかけ，各魚種資源の満腹時捕食量を求めた．一方，各魚種の餌生物別胃内餌重量組成から各餌生物の百分率組成を求め（Suppl. table 4-2），上記の各魚種資源の満腹時捕食量にかけることによって各魚種の餌生物別満腹時捕食量を求めた．胃内餌重量組成は前節では群集別に求められているが，資源量が群集別に求められなかったので，胃内餌重量組成も群集の枠をはずし，全水域について求め

Table 4-5 魚種別平均重および満腹時捕食率
Average body weight and ratio of food intake at full stomach to body weight by fish species.

Species number	魚種名 Species name	1974 B. W	1974 Ratio	1958 B. W	1958 Ratio
221	マダイ	253.1	3.28	325.0	3.26
85	キダイ	165.5	2.42	171.0	2.40
249	ワニエソ	233.9	18.32	298.8	21.75
130	シログチ	140.1	5.94	202.1	5.94
84	キグチ	77.4	6.91	142.7	6.87
93	クログチ	97.8	6.97	116.7	6.43
144	タチウオ	192.1	11.97	370.5	13.31
183	ハモ	459.4	1.87	733.7	1.64
214	ホンニベ	421.3	6.97	598.8	6.87
23	アンコウ	169.0	24.26	235.8	22.90
216	マアナゴ	275.0	4.73	383.6	4.85
225	マトウダイ	170.0	4.53	237.2	5.27
79	ガンギエイ	260.5	2.61	363.4	2.75
64	カイワリ	65.9	2.40	91.9	2.63
165	ナガサキトラザメ	208.6	5.78	291.0	5.78
207	ホウボウ	114.3	5.42	159.5	8.15
81	ガンゾウビラメ	53.6	3.17	74.8	3.21
200	フウセイ	87.5	6.97	121.1	5.98
141	ソウハチ	57.0	7.72	79.5	9.94
241	ヤナギムシガレイ	14.9	1.02	171.6	0.99
50	ウマヅラハギ	86.9	1.73	121.2	2.83
233	ムシガレイ	110.9	3.15	154.7	3.43
89	クラカケトラギス	38.5	1.87	53.7	2.46
154	ツマリツノザメ	417.4	5.85	205.6	5.85
189	ヒメジ	34.7	3.80	48.4	4.13
86	キントキダイ	105.3	5.51	146.9	5.51
38	イヌノシタ	79.6	1.29	111.0	1.46
234	ムラサキシタビラメ	123.0	1.09	171.6	0.99
235	メイタガレイ	71.9	2.60	100.3	2.57
237	メゴチ	45.6	6.58	63.6	7.23
238	メブトカンダリ	10.6	6.77	14.8	5.95
153	ツマリエツ	30.7	1.50	42.8	1.57
49	ウバゴチ	38.4	4.90	53.6	5.78
15	アカムツ	45.0	2.22	62.8	2.25
9	アカカマス	113.2	7.51	157.9	8.11
11	アカゴチ	64.9	1.99	90.5	2.14
129	シロギス	31.3	1.41	43.7	1.76
40	イボダイ	134.0	2.91	186.9	3.00
17	イタチウオ類	118.1	7.71	164.7	7.10
5	アマダイ類	106.0	1.72	147.9	1.69

Species number	魚種名 Species name	B.W	Ratio
221	マダイ(幼)	28.0	1.57
85	キダイ(幼)	11.8	5.93
249	ワニエソ(幼)	1.3	30.76
130	シログチ(幼)	8.8	7.50
84	キグチ(幼)	4.0	9.25
93	クログチ(幼)	2.1	7.00
144	タチウオ(幼)	8.5	28.23
183	ハモ(幼)	45.6	18.64
217	マエソ	37.3	31.10
150	チョウチョウエソ	28.6	15.03
145	タマガンゾウビラメ	27.1	4.65
20	アブオコゼ	4.4	4.54
111	コニベ	14.2	4.51
213	ホタルジャコ	6.8	6.99
157	テンジクダイ	4.1	12.59
250	ワニギス	2.7	26.32
191	ヒメスミクイウオ	3.0	10.94
113	コモチジャコ	3.1	7.26
118	サイウオ	1.6	4.00
41	イワハダカ	0.7	10.30
172	ネズッポ類	0.5	8.00
100	ゲンコ	34.7	3.80
226	マナガツオ	140.5	3.00
3	アオミシマ	201.5	18.86
232	ミシマオコゼ	100.8	12.80
104	コウライガジ	104.6	1.82
70	カナガシラ	67.2	2.35
61	オニカナガシラ	36.7	3.27
27	イゴダカホデリ	51.5	3.59
245	ヤリヒゲ	17.7	5.93
143	ソコハリゴチ	19.5	1.28
10	アカグツ	180.1	2.12

Figures in column of species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

た．複数の群集にまたがって分布する魚種は少ないが，それらの魚種は各群集の値を平均して各魚種の組成とした．資源量が求められているが，資料数が少ないため餌生物別胃内餌生物組成が求められていない魚種については，得られている資料数を用いて胃内餌生物組成を求めた．マダイの標本尾数は10尾に満たないため，青山[2]の胃内餌生物の個体数組成から，それぞれの重量百分率組成を計算し捕食量を求めた．また，主要魚種8種の資源量は完全加入年齢以後について求められているが，これらの加入前の資源量は大きく無視できない．したがって，カバーネットによって捕獲された幼魚のみについて胃内餌組成を求め，親子関係に基づいて求めた計算結果から求めた資源量にその百分率組成をかけて加入前の餌生物別捕食量を求めた．

幼魚はハモの3年級を除いて総て単一年級であり，また成魚に比べてその資源量減少割合が小さいので，平均体重の変化は小さいと考えられる．したがって，両年とも同じ平均体重を用いた．マダイ・キダイについては，幼魚の胃内餌組成が求められなかったので，岡田[57]の求めたマダイ幼魚の組成を用いた．また，ハモの加入年齢は3歳であり，成魚の胃内餌組成と大きな差はないと考えられるので，成魚の胃内餌組成で代用した．各魚種が捕食する餌生物は，ほゞ種固有の性質であり年によって大きな差はないとみなし，1958年についても本調査で得られた各魚種の餌生物の重量組成を用いて計算した．得られた各魚種の餌生物別満腹時捕食量を Suppl. table 4-3 に示した．

5) 餌生物の量と組成の変化

底魚群集において多量の餌生物を消費している捕食者の多くは，底びき網漁業における漁獲対象種によって占められており，近年これらの資源の減少が著しいことは多くの研究結果で指摘されている通りである．このような捕食者の大幅な減少が，その捕食の対象である餌生物の量的関係に影響していると考えられる．

主要な餌生物である小型魚類・甲殻類・底生動物についての知見および資料は非常に少ない．特にその量的変化についての資料は皆無に等しい．したがって，海洋中に存在するこれら餌生物の絶対量を知るための手掛りは全くない．ここで考察に用いることのできる資料は，先に求めた1974年・1958年の各魚種の満腹時捕食量のみである．しかし，これらの満腹時捕食量が，これらの餌生物の全生体量のどの位の割合を占めているかは不明である．一般的に量的に安定の保たれている自然界の群集では，これらの食物連鎖網は過不足なく一応均衡が保持されていると考えられている．1958年は既に資源の減少が進んだ時点であるが，その減少割合はそれ程大きくはないと推定される．そこで1958年における底魚群集の捕食者と餌生物は，量的にほゞ均衡していたものとして考察を進めることにする．なお，これらの資料は先に示した群集区分におけるB・C群集に重心があり，A・D群集の特性は若干薄い傾向がある．また，底魚資源のうち，その他の魚種に含まれ魚種不明のものや，資源量は推定されても胃内餌組成の不明のものなど，この集計に含め得なかった資源が全魚類資源量（甲殻類・頭足類を除く）の19.7%あった．

漁獲対象魚種によって捕食された餌生物量の1958年と1974年との差および比率を Table 4-6 の1，2欄に示した．両年次を比較すると1974年の資源量は，1958年の26.9%まで低下しているが，満腹時捕食量は30.6%と幾分減少割合が低い．この減少率は特に主要8魚種において著しく，資源量・満腹時捕食量ともに20.0%にまで低下している．このことは，1974年の満腹時捕食量の2～4倍の餌生物が捕食されずに残っているということになる．これを餌生物の種類別にみると，オキアミとアミおよびかい脚類のように小型の餌生物に対する捕食量の減少が特に著しく，エビ類（大）と魚類（大）およびシャコ等比較的大型の餌生物の減少は平均よりも低いようである．このことは，大型の餌を捕食する栄養段階の高い魚種の資源量が比較的に多く残っていることを示しているものと考えられる．しかし，これらの大型の餌生物は底びき網によって漁獲されており，実際にこれだけの量が海洋中に残っているとは考えられない．雑エビ類，イカ類およびガザミの漁獲量の増加には，このような食害の減少が影響していると考えられる．

次に主要8魚種とその幼魚およびその他の魚類の3群に分けて比較すると，両年ともに資源量は主要魚種が多いが，捕食量は1974年には，その幼魚と同じ量になっている。これは捕食率が幼魚の方が高いためである．その他の魚類は他の2者の半分以下であり，この海域での主要魚種の捕食者としての重要性の高さがこの点からも知ることができる（Table 4-7）．

このように資源の減少に伴って，多量の餌生物が捕食されずに残っていることになる．しかし，これらの余剰の餌生物の中には，減少した底びき網漁業の対象資源と同じ餌生物を消費するものがある．したがって，先に示した1958年に対する1974年の捕食量の差から推定された余剰餌生物量は見掛け上の量であって，実際には捕食を免がれて残った餌生物そのものが消費する餌生物の量を差し引いたものが実際の余剰量であると考えられる．そのように餌生物を漁獲対象魚種と共に消費する餌生物の中で最も量が多く，その対象とする餌生物の組成が漁獲対象資源に最も類似している小型魚類の捕食量を調べることにした．

捕食者の胃の内から採集された魚類の復原体重を求め，漁業対象資源によって捕食された被捕食魚類の重量組成を求めた．すなわち，それらの復原体重を餌生

Table 4-6. 魚種区分別に集計した年別・餌生物別満腹時捕食量
Food intake at full stomach by food items in 8 major and other species.

Unit : ton

Food item		餌項目		1974 Major 8 species	1974 Juveniel of 8 species	1974 Other species	1974 Total	1958 Major 8 species	1958 Juveniel of 8 species	1958 Other species	1958 Total
Pisces	Large	魚類	大	3,630.3	1,376.6	626.6	5,633.5	13,925.7	2,073.8	837.3	16,836.8
	Medium		中	2,130.4	506.8	372.1	3,009.3	7,908.9	763.5	950.4	9,622.8
	Small		小	2,650.3	2,912.4	398.5	5,961.2	17,203.1	5,212.5	1,025.6	23,441.2
Macrura	Large	エビ類	大	78.0	180.7	14.6	273.3	262.9	272.2	62.0	597.1
	Medium		中	945.1	46.4	431.6	1,423.1	3,710.6	324.2	1,829.5	5,864.3
	Small		小	2,151.9	3,677.5	1,816.2	7,645.6	11,962.9	11,288.4	4,173.1	27,424.4
Decapoda		イカ類		465.6	365.0	89.8	920.4	2,462.4	674.6	462.7	3,599.7
Brachyura		カニ類		91.4	283.3	31.1	405.8	348.9	465.5	117.6	932.0
L.aculeocaudata		マルソコシラエビ		1,241.3	3,479.1	738.5	5,458.9	8,907.5	7,747.6	1,080.3	17,735.4
Euphausiacea		オキアミ類		135.3	251.0	185.8	572.1	1,200.8	967.6	540.2	2,708.6
Mysidacea	Large	アミ類	大	3.0	0.0	0.3	3.3	24.8	0.0	2.4	27.2
	Small		小	5.4	13.2	7.6	26.2	61.4	56.0	11.2	128.6
Copepoda		かい脚類		2.8	3.7	13.0	19.5	33.0	21.8	35.3	90.1
Stomatopoda		シャコ類		67.9	323.1	31.7	422.7	238.7	654.3	127.5	1,020.5
Sedentaria		多毛類		24.2	25.4	135.8	185.4	154.2	42.5	263.2	459.9
Sagittidae		ヤムシ		5.6	38.1	67.6	111.3	55.9	91.8	68.7	216.4
Salpida		サルパ		0.0	0.0	12.2	12.2	0.0	0.0	22.4	22.4
Gastropoda		貝類		0.4	0.2	16.3	16.9	11.0	0.5	36.9	48.4
Gammaridea		ヨコエビ類		0.0	1.7	8.4	10.1	0.2	5.4	15.0	20.6
Hyperiidea		クラゲノミ類		1.9	3.4	45.6	50.9	15.1	11.1	87.5	113.7
Other crustaceans	Planktonic	その他の甲殻類	浮遊性	0.6	3.6	2.1	6.3	4.8	14.2	2.6	21.6
	Benthic		底生性	1.3	0.6	3.1	5.0	2.7	1.7	7.8	12.2
Other animals	Planktonic	その他の動物	浮遊性	1.1	1.0	42.2	44.3	9.7	2.9	62.2	74.8
	Benthic		底生性	1.7	6.8	117.1	125.6	3.5	15.2	265.5	284.2
Stock size		資源量		164,121.0	92,998.0	102,495.0	359,614	820,507.0	238,564.0	279,588.0	1,338,659
Food intake at full stomach		満腹時捕食量		13,635.5	13,693.2	6,614.0	33,942	68,224.9	30.712.1	12,038.7	110,975

物の分類区分大中小別に集計し，それぞれについて魚種別重量組成を求め，分類区分別に求められている余剰被捕食魚類量にその割合をかけて得られた各区分の魚種別重量を合計して，魚種別被捕食量を求めた(Table 4-8).

得られた結果をみると通常の底びき網ではほとんど漁獲されない小型魚類7種（ホタルジャコ，テンジクダイ，ワニギス，ヒメスミクイウオ，コモチジャコ，サイウオ，イワハダカ）およびカタクチイワシの8種が最も多く，重量で全被捕食被捕食魚類の34.0%を占めている．区分「小」のみについてみると78.9%に当る．さらに尾数でみるとこれら8種で全体の76.7%を占めており，これらの魚種が最も主要な被捕食魚類であることがわかる．漁獲の主対象である8種も捕食されてはいるが，タチウオがやゝ多く捕食されている以外ではその割合は低く，クログチとキダイの両種はこの調査では捕食されていなかった．タチウオを除く5種合計では尾数で1.9%，重量で11.0%に過ぎず，それも総て幼魚である．すなわち，多くの魚種のうち捕食の主対象となっているのは小型の魚種であり，漁獲対象魚種の成魚はほとんど捕食されていないことがわかった．

Table 4-7. 胃内容物から出現した魚類の魚種別尾数（N）および復原体重（W）
Number and body weight of fish in stomach contents.
Body weight is estimated by restoring the specimens to the original state.

Species number	魚種名 Species name	<0.5 g			0.5～20 g			20 g<			Total		
		N	W	%	N	W	%	N	W	%	N	W	%
213	ホタルジャコ	769	1664.1	29.90	149	1708.2	19.25	5	139.4	0.88	923	3511.6	11.62
69	カタクチイワシ	651	480.2	8.63	231	5275.0	29.02	35	1039.3	6.59	917	4094.5	13.55
250	ワニギス	696	749.6	13.47	7	44.9	0.51	1	31.6	0.20	887	826.1	2.73
41	イワハダカ	566	94.8	1.70	—	—	—	—	—	—	566	94.8	0.31
118	サイウオ	521	258.6	4.65	1	7.7	0.09	—	—	—	522	266.2	0.88
113	コモチジャコ	382	348.6	6.26	24	180.6	2.04	—	—	—	406	529.2	1.75
191	ヒメスミクイウオ	382	598.4	10.75	3	17.8	0.20	—	—	—	385	616.1	2.04
144	タチウオ	97	158.2	2.84	96	993.3	11.19	45	1527.7	9.68	238	2679.2	8.87
157	テンジクダイ	169	195.0	3.50	12	81.4	0.92	2	65.4	0.41	183	341.8	1.13
189	ヒメジ	52	54.9	0.99	22	241.8	2.73	10	318.0	2.02	84	614.8	2.03
145	タマガンゾウビラメ	49	110.9	1.99	14	109.8	1.24	1	32.4	0.21	64	253.0	0.84
130	シログチ	31	35.3	0.63	18	192.8	2.17	8	2082.7	13.20	57	2310.8	7.65
245	ヤリヒゲ	13	34.9	0.63	21	259.2	2.92	18	544.9	3.45	52	839.1	2.78
14	アカハゼ	32	91.5	1.64	14	87.9	0.99	—	—	—	46	179.4	0.59
111	コニベ	27	74.1	1.33	7	93.9	1.06	2	50.6	0.32	36	218.6	0.72
50	ウマヅラハギコ	—	—	—	12	161.9	1.82	22	1525.3	9.67	34	1687.3	5.58
100	ゲンコ	27	35.5	0.63	7	54.3	0.62	—	—	—	34	89.7	0.29
20	アブオコゼ	26	28.9	0.52	6	62.2	0.70	—	—	—	32	91.1	0.30
150	チョウチョウエソ	23	21.9	0.39	6	65.4	0.74	1	29.6	0.19	30	116.9	0.39
123	シオイタチウオ	9	16.6	0.30	17	171.5	2.00	3	91.8	0.58	29	285.9	0.95
249	ワニエソ	18	8.6	0.15	4	69.5	0.78	4	171.4	1.09	26	249.4	0.83
153	ツマリエツ	5	13.7	0.25	6	59.6	0.67	12	369.7	2.34	23	443.0	1.47
183	ハマモ	9	12.6	0.23	3	30.8	0.35	4	188.3	1.19	16	229.2	0.77
234	ムラサキシタビラメ	14	11.8	0.21	1	5.8	0.07	1	26.6	0.17	16	44.2	0.15
155	テッポウイシモチ	16	13.6	0.24	—	—	—	—	—	—	16	13.6	0.05
217	マエソ	9	20.3	0.37	5	47.5	0.54	1	39.8	0.25	15	107.7	0 36
84	キグチ	—	—	—	7	74.2	0.84	8	375.6	2.38	15	449.8	1.49
86	キントキダイ	8	9.2	0.16	1	16.0	0.18	5	569.7	3.61	14	594.9	1.97
78	カンダリ	—	—	—	9	112.0	1.26	2	94.8	0.60	11	206.8	0.68
187	ヒメオコゼ	7	6.5	0.12	2	18.7	0.21	1	57.9	0.37	10	83.1	0.27
81	ガンゾウビラメ	2	4.9	0.09	4	53.6	0.60	1	25.5	0.16	7	84.0	0.28
61	オニカナガシラ	—	—	—	5	60.2	0.68	2	57.1	0.36	7	117.3	0.39
224	マトイシモチ	2	1.9	0.03	4	47.9	0.54	1	81.4	0.52	7	131.3	0.43
27	イゴダカホデリ	1	2.6	0.05	2	32.3	0.36	3	96.4	0.61	6	131.3	0.43
89	クラカケトラギス	5	4.7	0.09	1	15.8	0.18	—	—	—	6	20.5	0.07
160	トビササウシノシタ	4	2.1	0.04	2	12.9	0.15	—	—	—	6	15.0	0.05
166	ナガダルマガレイ	5	3.7	0.07	—	—	—	—	—	—	5	3.7	0.01
241	ヤナギムシガレイ	1	0.8	0.02	2	36.8	0.41	1	25.5	0.16	4	63.1	0.21
200	フウセイイツ	1	0.0	0.00	1	8.9	0.10	2	852.2	5.40	4	861.2	2.85
15	アカムツ	1	3.5	0.06	3	41.7	0.47	—	—	—	4	45.2	0.15
238	メブトカンダリ	—	—	—	3	38.9	0.44	—	—	—	3	38.9	0.13
25	イイジマダルマガレイ	3	2.9	0.05	—	—	—	—	—	—	3	2.9	0.01
177	ハオコゼ	3	3.7	0.07	—	—	—	—	—	—	3	3.7	0.01
129	シログギス	1	0.0	0.00	2	12.5	0.14	—	—	—	3	12.5	0.04
38	イヌノシタ	1	0.2	0.00	—	—	—	1	176.1	1.12	2	176.3	0.58
149	チョウセンエツ	—	—	—	1	19.9	0.22	1	125.1	0.79	2	145.1	0.48
26	イカナゴ	—	—	—	2	35.9	0.40	—	—	—	2	35.9	0.12
237	メゴチ	—	—	—	2	20.8	0.23	—	—	—	2	20.8	0.07
104	コウライガジ	—	—	—	—	—	—	2	170.5	1.08	2	170.5	0.56
63	オビウシノシタ	1	1.9	0.03	—	—	—	1	69.4	0.44	2	71.3	0.24
232	ミシマオコゼ	—	—	—	—	—	—	2	120.3	0.76	2	120.3	0.40
247	ヨロイイタチウオ	1	0.4	0.01	—	—	—	1	65.0	0.41	2	65.4	0.22
172	ネズッポ類	95	145.1	2.62	3	47.4	0.53	—	—	—	100	192.3	0.65
18	アジ類	17	29.7	0.53	27	401.7	4.52	42	2551.6	16.16	86	2983.1	9.89
54	エソ類	62	35.5	0.63	10	112.8	1.27	4	121.2	0.77	76	269.5	0.89
75	異体類	51	82.7	1.48	12	106.7	1.26	6	235.6	1.50	69	425.0	1.41
19	アナゴ類	15	40.0	0.73	10	100.4	1.13	11	998.4	6.31	36	1135.8	3.76
110	コチ類	19	25.6	0.46	3	33.9	0.39	—	—	—	22	65.7	0.22
179	ハゼ類	7	7.4	0.13	1	6.3	0.07	—	—	—	8	13.7	0.05
170	グチ類	—	—	—	2	30.1	0.34	1	40.8	0.26	3	70.8	0.23
71	カナガシラ類	1	3.3	0.06	2	20.0	0.23	—	—	—	3	23.3	0.08
251	その他魚種	8	14.9	0.27	2	26.5	0.30	7	647.1	4.09	15	688.5	2.28
	合計, Total	4915	5565.0		813	8873.4		279	15779.3		6007	30217.8	

Figures in column of species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

Table 4-8 餌生物の余剰量と餌魚類の満腹時捕食量
Amount of surplus food organisms and food intake at full stomach for surplus prey fishes.

Unit : ton

Food item		餌項目		Surplus food (A)	1974/1958 %	Prey fishes (B)	B/A %
Pisces	Large	魚類	大	11,203.3	33.5	—	—
	Medium		中	6,613.5	31.3	—	—
	Small		小	17,480.0	25.4	384.5	2.2
Macrura	Large	エビ類	大	323.8	45.8	—	—
	Medium		中	4,441.2	24.3	4.5	0.1
	Small		小	19,778.8	27.9	775.3	3.9
Decapoda		イカ類		2,679.3	25.6	158.0	5.9
Brachyura		カニ類		526.2	43.5	19.5	3.7
L. aculeocaudata		マルソコシラエビ		12,276.5	30.8	446.8	3.6
Euphausiacea		オキアミ類		2,136.5	21.1	53.9	2.5
Mysidacea	Large	アミ類	大	23.9	13.3	3.1	12.6
	Small		小	102.4	20.4	2.2	2.1
Copepoda		かい脚類		70.6	21.6	171.7	242.9
Stomatopoda		シャコ類		597.8	41.4	14.5	2.4
Sedentaria		多毛類		274.5	40.3	25.0	9.1
Sagittidae		ヤムシ		105.1	51.4	45.3	43.1
Salpida		サルパ		10.2	54.5	—	—
Gastropoda		貝類		31.5	34.9	—	—
Gammaridea		ヨコエビ類		10.5	49.0	2.7	25.7
Hyperiidea		クラゲノミ類		62.8	44.8	2.6	4.1
Other crustaceans	Planktonic	その他の甲殻類	浮遊性	15.3	29.2	5.3	34.4
	Benthic		底生性	7.2	41.0	0.8	11.3
Other animals	Planktonic	その他の動物	浮遊性	30.5	59.2	6.5	21.3
	Benthic		底生性	158.6	44.2	0.2	0.1
Total amount of fish stocks*		資源量		979,045.0	26.9	20,200.0	1.5
Food intake at full stomach		満腹時捕食量		77,033.0	30.6	2,122.0	0.6

*Decrement of predator fishes for column A and increment of prey fishes for column B, between the years 1958 and 1974.

次に，これらの被捕食魚類の満腹時捕食量を求めた．ここで被捕食魚類としては，被捕食尾数が10尾を超えるもののうち，その成魚が漁獲対象とならないもののみを取り上げた．アカハゼ・テッポウイシモチ・ヒメオコゼについては胃内餌組成が不明なため除いた．すなわち，先にあげた主要小型魚7種・カタクチイワシ・ゲンコ・コニベ・アブオコゼ・タマガンゾウビラメ・シオイタチウオ・マエソ・チョウチョウエソおよびネヅッポ類の16種である．これらで余剰被捕食魚類の57.3%に当たる．これら被捕食魚類の満腹時捕食量の求め方は先に漁獲対象種において用いた方法と同じである（Suppl. table 4-3）．

被捕食魚類の餌生物別捕食量と，余剰餌生物量に対する比率を Table 4-6 の3，4欄に示した．得られた結果をみると，小型魚であるため大型の餌生物は，これらの被捕食魚類によっては捕食されていない．量的には小型のエビ類が最も多く，マルソコシラエビを加えると全捕食量の57.6%に当る．次いで小型の魚類が多く捕食されている．しかし，これらの結果を余剰餌生物量と比べてみると，小型エビ類はその3.7%に

相当するに過ぎないが，小型の餌生物特にかい脚類は余剰分のほゞ2.5倍が捕食されたことになり，その他でもヤムシ類（43.1%），その他の浮遊甲殻類（34.4%），ヨコエビ類（25.7%）およびその他の浮遊動物（21.3%）などが余剰分に対する割合が高いことがわかった．すなわち，捕食圧力が減少したため増加した餌生物が捕食する餌生物の組成は，漁獲対象資源の胃内餌組成と異なり，小型の餌生物に偏っている．したがって，先に示した余剰餌生物量は実際にはより少なく，その修正割合は大型餌生物群ではほとんど影響がないほど小さいが，小型の餌生物群では大きな変化を受ける．すなわち，餌生物の残存量の変化は，そのまま累積するのではなく，餌生物自身の捕食関係を通して餌生物の組成を変化させるように作用していることがわかった．

しかし，ここで行なった推定には幾つかの仮定と省略がある．この推定に大きく影響すると考えられる仮定に，1日に捕食する回数についての知見がないまゝに満腹時捕食量をそのまゝ用いたことである．その結果，平均体重に対する満腹時捕食率が0.5%以下の魚種の捕食量は，当然過小評価になっていると考えられる．これらの満腹時捕食率0.5%以下の魚種の多くは，小型の餌生物を数多く捕食する型の魚種であるため，この点を考慮すれば先に示した余剰餌生物量の小型餌生物の量は，より多い方へ修正されることになるであろう．一方餌生物に関してもここで取り上げたのは，成魚になっても全く漁獲の対象にならないか，なっても無視できるほど僅かな小型魚類にのみ限定した．それ以外のものもほとんどが幼魚か小型の魚類であって，その餌生物組成は先に求めた小型魚類の胃内餌生物組成とほゞ同じであると推測される．これらの計算から外された被捕食魚類の割合は44%であり，これを加えるとすると先の被捕食魚類の捕食量は倍増することになる．したがって，これらの2つの仮定の影響は相殺されることになり，餌生物組成の変化の方向は変らないと考えられる．

このような餌生物の残存量の変化が，捕食を通じてそこに生息する餌生物の種類組成に与える影響は，当然魚類にのみに限られたものではない．魚類に次いで多量に生き残るようになった小型のエビ類は，漁獲の対象にもならずそのまゝ残って，被捕食魚類よりも更に小型の餌生物を消費すると推測されるので，余剰餌生物のうち小型の餌生物の残存量が少なくなる傾向は一層助長されるであろう．このような漁獲対象資源の減少に伴う餌生物の組成に与える影響は，さらに多くの動物群に及び，その効果は複雑に作用すると推測されるが，そのような相互作用に関する考察は，この研究の範囲を超えた課題である．しかし，いずれにしてもその作用の多くは，小型の餌生物の割合の低下をもたらすであろうから，その結果が漁獲対象資源に与える影響は重要である．現在，ほとんどの底魚類の資源は大きく減少し，充分な加入量を生み出すための産卵親魚の量が不足している段階にある．そこで資源を回復させるためには，先ず産卵親魚を確保して産卵量を増加させ，ふ化した稚魚・幼魚の保護育成を計り，加入量を増加させるといった好ましい再生産循環に乗せることが望まれる．つまり資源の量的増大は稚魚・幼魚から始まるが，その時に成育のために必要なものは小型の餌生物である．資源量が大きかった時代には稚魚・幼魚のために確保されていたはずである小型餌生物の分け前は，資源の低下に比例して減少する．親魚の資源量が減少した現在の状態では，かつてはそれらの幼稚魚の親魚資源によって多量に捕食されていた餌生物と餌の配分をめぐって競争しなければならない事態となっている．すなわち，漁獲対象魚種の幼魚が必要とする餌生物量は，少なくとも1958年当時よりも非常に少なくなっていると考えられる．色々な施策によって資源の回復が計られた場合に，その回復過程の第1段階において稚魚・幼魚の餌の確保という面から回復が規制されかねないことを，先に示した資源減少に伴う餌生物組成の変化の結果が示唆している．すなわち，一旦減少した資源を当時の生息場所で回復させるについては，その資源のみを考慮すればよいという単純な対策は成立し難いことを示している．その資源に変る生物がその生態的地位をすでに占領していなくとも，その資源の回復の経過での重要な部分において生物間の関係が変化し，その変化した相互関係によって，その資源が回復するのを難しくするという状態が推測される．このことから従来東シナ海・黄海の底魚類についていわれてきた「資源回復のためには産卵量の増大を計ればよい」という考え方のみでは成功し難いと思われる．生物の相互作用に及ぼす影響をも充分に考慮した対策が立てられなければならないであろう．

2　魚種別漁獲量の経年変化と種間関係

東シナ海・黄海の底魚類の種間関係について行なった諸検討によって，多種類の底魚類の密接な相互関係が明らかにされた．これらの複雑な魚群構造は，漁獲の影響を受けて変化していると考えられる．先ず，個々の魚種に対する漁獲の影響を概観するために漁獲量の経年的変化傾向をみると，大別して次の4つの型に分類することができる．

ドーム型　マダイ　ホンニベ　ワニエソ　キグチ　クログチ　タチウオ　ハモ　イボダイ
漸減型　キダイ　フカ・サメ類　ホウボウ・カナガシラ類　コチ類　エソ類　エイ類
横這い型　シログチ　マナガツオ類　ヒラメ・カレイ類
漸増型　イカ類

これらの経年的な変化をみると，ほとんどの魚種が何らかの連続的な変化をみせ，現在はその大部分の魚種が減少過程にあることがわかる．さらに詳細に検討すると，魚種によってそれぞれ減少の様式が異なっている．したがって，群集構造の変化もそれぞれの魚種間で異なると考えられる．そこでこれらの魚種の相対的な変化に，種間関係がどのように作用しているのかという観点から検討を試みた．

これらの漁獲量の変化は，漁獲によってもたらされた資源量の変化を最も大きく反映していると推測される．したがって，資源の動向と同時に漁獲強度に関する諸情報をも併せて含んでいる漁獲量に基づいて検討を行なうことにする．漁獲統計において複合されている魚種の変動は，それら「類」の主体となる魚種の経年的移行や経済的価値の変遷に伴う努力配分の変化等多くの問題を含んでおり，また生態的地位の異なる多くの魚種が含まれている「類」もあるため，種間関係に関連した分析に用いるには若干問題がある．したがって，主に単一魚種と見なすことのできるものについて，種間関係と魚種別漁獲量の経年的変化傾向を対比し検討する．

各魚種の漁獲量の経年変化をみると，当然なことではあるが年変動が認められる．しかし，漁獲量の対数値を取って時系列に図示すると，長期的な変化量が大きいためほとんどの魚種において明瞭な変化傾向が認められる．したがって，前節で示したように，これらの経年的変化傾向を，なだらかな曲線で代表させ，その曲線に基づいて比較検討を行なうことにした．

1)　競争魚種の種間関係

グチ類3魚種の比較

キグチ・シログチ・クログチの3種は分類学的に極めて近縁な種であり，特にシログチとクログチは同属に分類されている．さらに，これらの3種は，黄海・東シナ海の大部分の水域に分布し，その生物学的諸特性値および生態的地位も非常に類似している．最首[83]は「棲み分け」の認められる典型的な魚種としてこれら3種をあげているが，これら3魚種が共に分布している水域は非常に広い．したがって，各々の小さな魚群としては「棲み分け」ながら同一水域を遊泳しているものと考えられる．したがって，これらのグチ類3魚種は，最も強い競争関係のもとに生息していると考えることができる．

これら3魚種の漁獲量の経年変化をみると，キグチとクログチは典型的なドーム型を示している．キグチはクログチに比べると分布範囲も広く資源量も大きいため，最大漁獲量はクログチのほぼ10倍に当り，そのドームの形も大きい．しかし，全体の変動傾向に注目して各年の変動をならすと，極めてよく似た形となる．試みにキグチの曲線の時隔を1/1.5とし，漁獲量を1/8に縮めると，キグチの変動曲線はクログチの曲

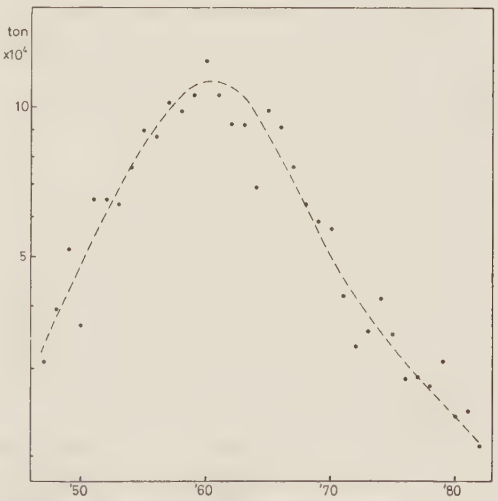


Fig. 4-13. グチ類3種合計の漁獲量の経年変化
Catch trend in 3 species of croaker combined for Japanese pair trawl fishery. Curve is drawn free hand.

線とほとんど一致する．したがって，キグチとクログチの漁獲変動は，質的には同じのものであると考えることができる（Fig. 4-6）．一方シログチは，最大漁獲量がクログチとキグチの中間にあるにも係らず，この両者と異なった漁獲量の変化様式をもっている．すなわち，13年から15年の周期で波動しながら，横這い状態を示している（Fig. 4-5, Upper）．

これらの3者は前述したように強い競争関係にあり，1つの魚種の資源量の減少は他の魚種には有利に作用するはずである．このキグチ・クログチとシログ

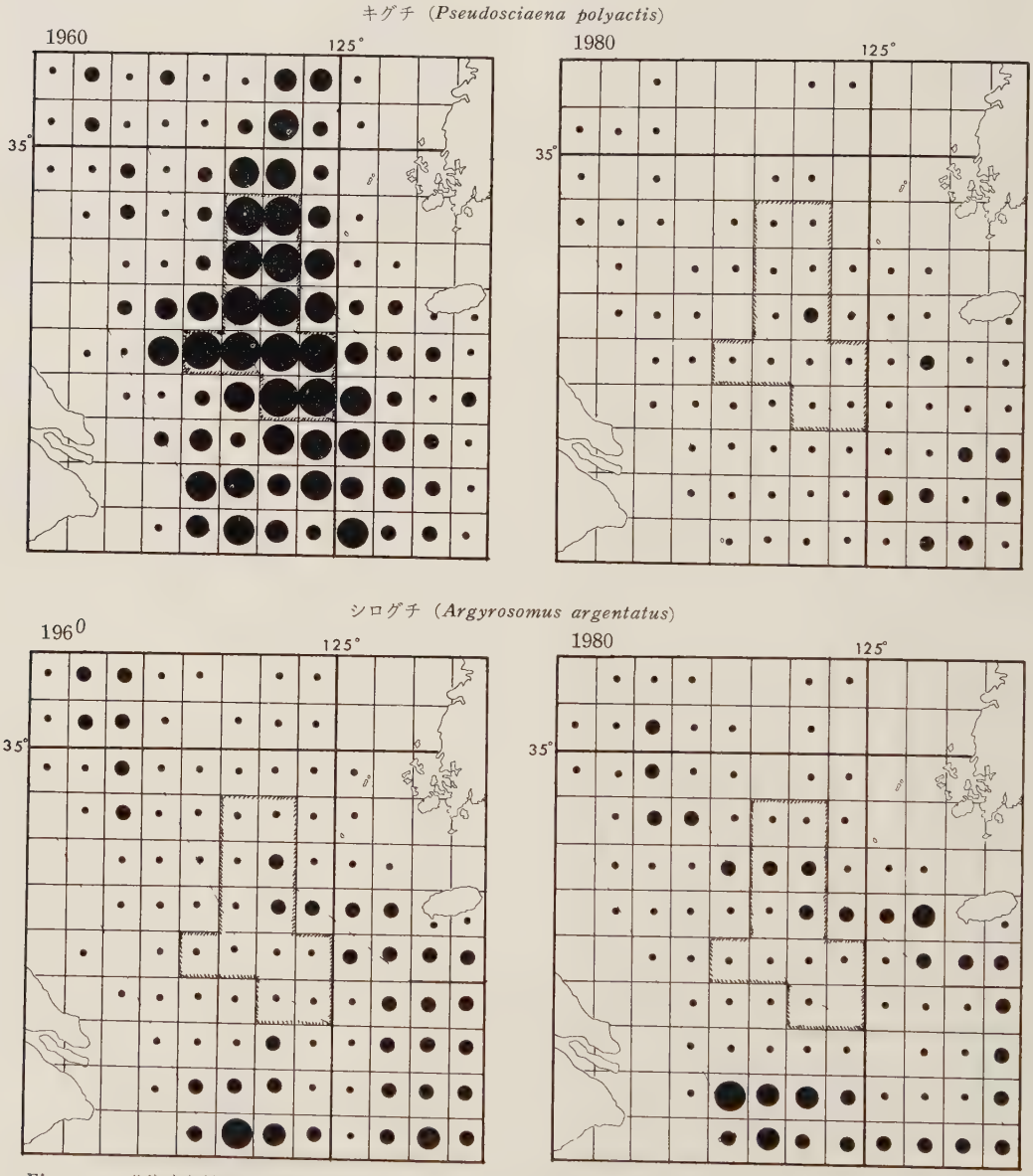


Fig. 4-14. 黄海南部域におけるキグチおよびシログチとの分布の変化，1960年および1980年
Distributional patterns of *Pseudosciaena polyactis* and *Argyrosomus argentatus* in the southern Yellow Sea in 1960 and 1980.

チとの漁獲量の変化様式に認められる相違は，競争の結果によるもののようにもみえる．

そこで，さらに詳細な検討を行なった．先ず，これらグチ類3魚種の漁獲量の合計の経年的な変化をみると，明瞭なドーム型を示し，年変動は個々の種の年変動に比較しても小さい（Fig. 4-13）．したがって，3魚種の年々の漁獲量は，ある程度相補的な変動を示すと考えられる．この変動は漁船による漁獲対象の選択等多くの要因を含んでいるがその変動傾向は明瞭であり，資源量の変動をほゞ反映していると考えられる．現在の漁獲量は最大漁獲量の1/5であり，クログチ・キグチの減少した部分を，シログチが埋めているとは考え難い．試みにキグチの漁獲量が最も多かった1960年当時のキグチの分布の中心海域における分布状況の変化について検討する．1960年におけるキグチの分布の中心は，済州島西方の12漁区であり，それらの漁区から得られた漁獲量は41,700トンであったが，1980年には同じ海域から385トンを漁獲したに過ぎず，20年の間にこの海域からの漁獲量は1/100以下に低下している．同一海域におけるシログチの漁獲量は，1960年に969トンであったが，1980年には571トンとほゞ半分に減少している．この海域ではキグチ資源の大幅な減少に伴ってシログチの生活条件は好転したと考えられるにも係わらず，その漁獲量は増加せずむしろ減少していることがわかる（Fig. 4-14）．

そこで次に海域別に分析を行なうことにする．黄海・東シナ海は従来からの慣例にしたがって，7海区に区分し，各海区ごとに漁獲統計がまとめられている（Fig. 4-15）．この各海区別に3魚種の変動および努力量の変動を対比し検討した（Fig. 4-16）．

大陸斜面域に当る海区Ⅶは，3魚種ともその漁獲量が少なく，特にキグチ・クログチはその分布の中心である海区の1/100にも達しておらず，検討の対象からはずすことにする．これら3魚種は総ての海区に分布しているが，クログチは他の2魚種に比べて資源量が小さく，その補給源も1ケ所に限定されている．つまり東シナ海南部の中国沿岸が産卵・育成場であり，海区Ⅵを除くと海区Ⅳ・Ⅴに分布するのみで他の3海区からは他2種の1/10以下の漁獲しか得られていない．したがって，海域Ⅵ以外では努力量の変化傾向とも全く無関係に漁獲が低下し，その低下の様式も非連続的であり，1957年と1967年に多くの海区で前年の1/10以下に急落している．一方，クログチの分布の中心である海区Ⅵでは，3魚種の最大漁獲量はほゞ同水準にある．その漁獲量の経年的変化をみると，キグチとクログチはほゞ同様な変化を示し，1950年代後半に最大値を示した後直線的に低下し，1973年までは両者の変化は相似的である．1973年～1974年にはクログチの低下が著しかったが，1975年に若干上昇し再び両者の変動が一致している．一方シログチは，1955年に最も少なかった漁獲量が1963年まで増加を続け，キグチ・クログチと逆相関を示すようにもみえる．しかし，1963年で最大値を示した後1971年までは漸減している．以後，若干上昇した後1972年以降は4,000トン付近で安定している．この安定期間中にはキグチ・クログチとも漁獲量は最大時の1/100まで低下しているが，シログチが増加する傾向は認められない．

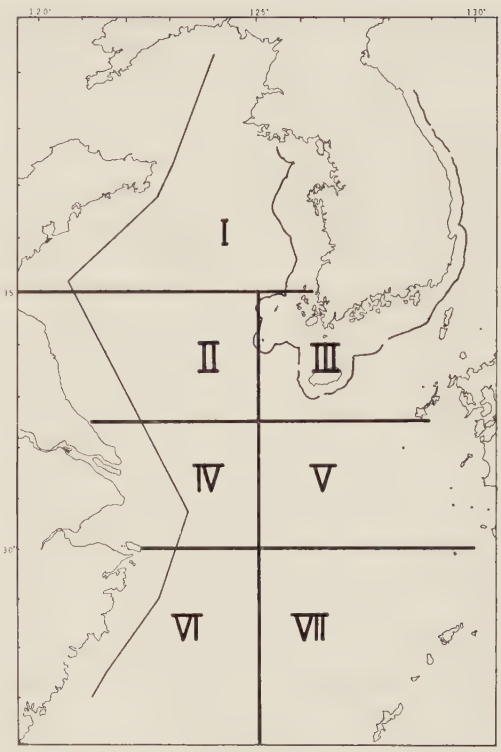


Fig. 4-15. 東シナ海・黄海の中海区区分
Map showing statistical areas Ⅰ～Ⅶ in the East China Sea and the Yellow Sea.

その他の海区についてみると，シログチの漁獲量は海区Ⅰを除いて，海区Ⅱ～Ⅴでは1950年代後半から

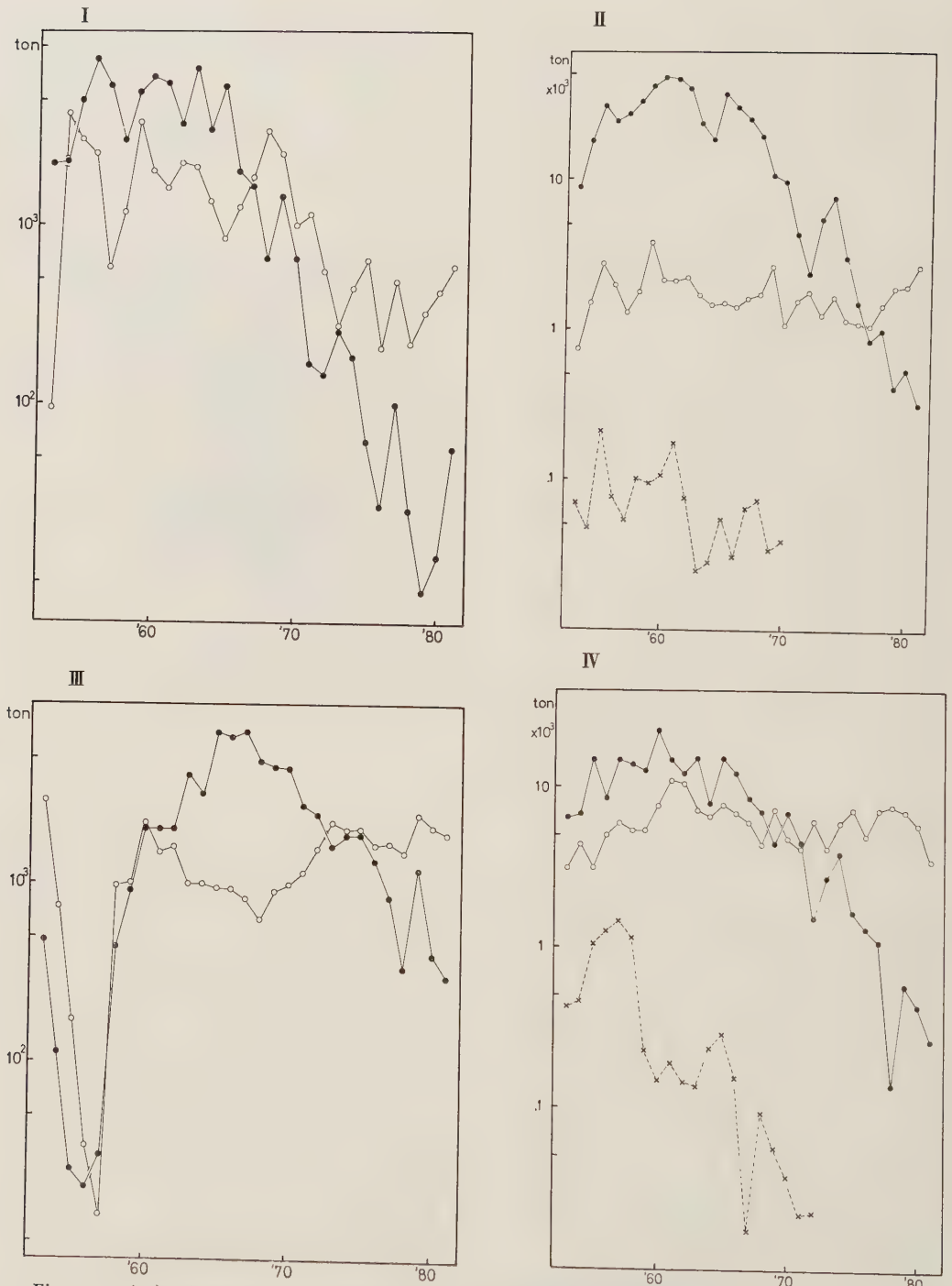


Fig. 4-16. キグチ (●), シログチ (○) およびクログチ (×) の中海区別の漁獲量の経年変化
Yearly changes of catch of *Pseudosciaena polyactis* (●), *Argrosmus argentatus* (○) and *Atrobucca nibe* (×) for Japanese pair trawl fishery, by the Areas Ⅰ～Ⅶ.

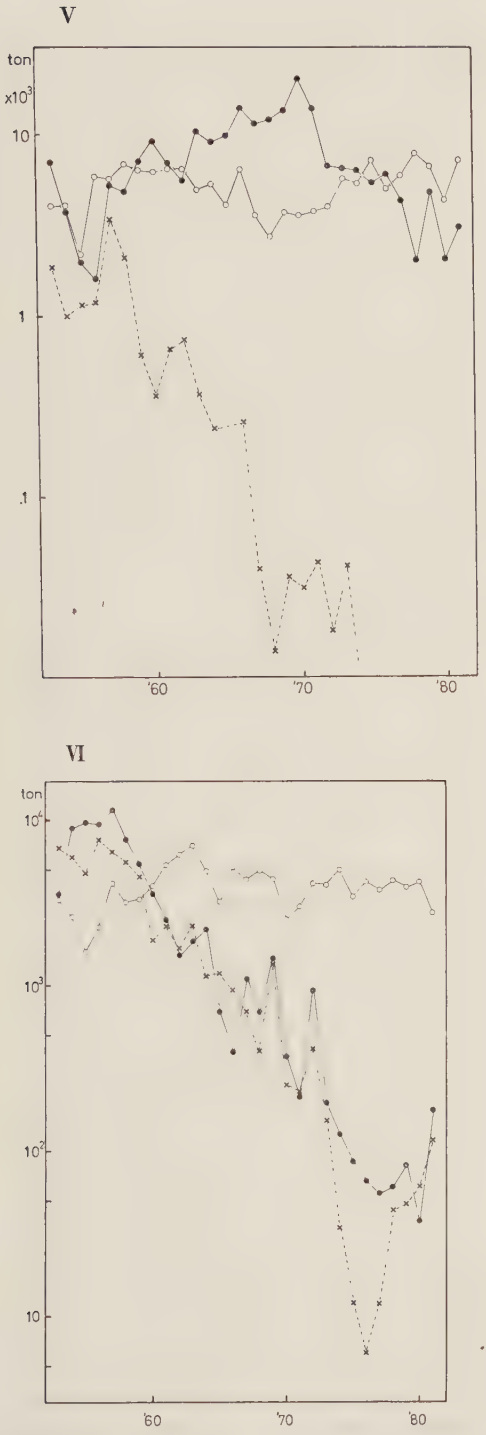


Fig. 4-16. (continued)

1960年代中頃にかけて低下し，以後若干上昇した後1972年頃から横這い状態にある．また，その量も最大漁獲量に近い値を保っている．一方，キグチは分布の中心に当る海区Ⅱ・Ⅳではほゞ同じ変化様式を示し，1960年をピークにドーム型を示し，現在は最大時の1/100の水準にある．海区Ⅲ・Ⅴも同様にドーム型を示すが，ピークの出現時期は遅く，それぞれ1967年，1970年であり，現在の漁獲量は最大量のそれぞれ1/20，1/10である．海区Ⅰは努力量の変動も他海区より大きく，漁獲量の年変動も大きいが，概括的に見るとシログチは1954年，キグチは1956年以降1973年まではほゞ同じ様に低下している．シログチはそれ以降はとんど横這いとなり，近年4年間は上昇している．キグチは1974年以降もさらに低下を続け，現在は最大時の1/100以下の水準にある（Fig. 4-17）．

以上のようにキグチおよびクログチの漁獲は，いずれの海区でも低下が著しく，最も低下の少ない海区でも1/10，他の多くの海区では1/100にまで低下しているが，これに対応するシログチの漁獲量の増加は全く認められない．また，各海区の変化はそれぞれに特徴が認められるが，その特徴的な変動に対応した動きもない．特に，1973年以降は努力量の各海区への配分もほゞ接近し，急激で大幅な変化も認められず安定した状態にある．もしシログチの資源量が増大すれば当然漁獲量の増加に反映されると判断されるが，そのような事実を見出すことはできなかった．すなわち，キグチ・クログチの大幅な減少による種間の競争の緩和は，シログチの資源量の低下速度の軽減には役立っているかもしれないが，少なくとも資源量の増加に結び付いていると考えられるような現象は認められなかった．

クログチ・キグチの2魚種は，現在資源量の極端な減少をみせているにもかかわらず，それらの極めて近縁な種であるシログチのみは，海区Ⅰを除いてほゞ横這いの状態にある．この相違はどのような理由によるものか検討する．これらの原因を調査する場合直接的な証拠を見出すことは，余程特殊な場合でない限り望むべくもない．そこで情況証拠から推定することは，やむを得ない唯一の手段であろう．

先に述べたように，この3魚種は多くの点で同じ生活型を有しているが，幾つかの相違点も認められる．増殖力に最も関係の深い産卵生態を比較すると，キグ

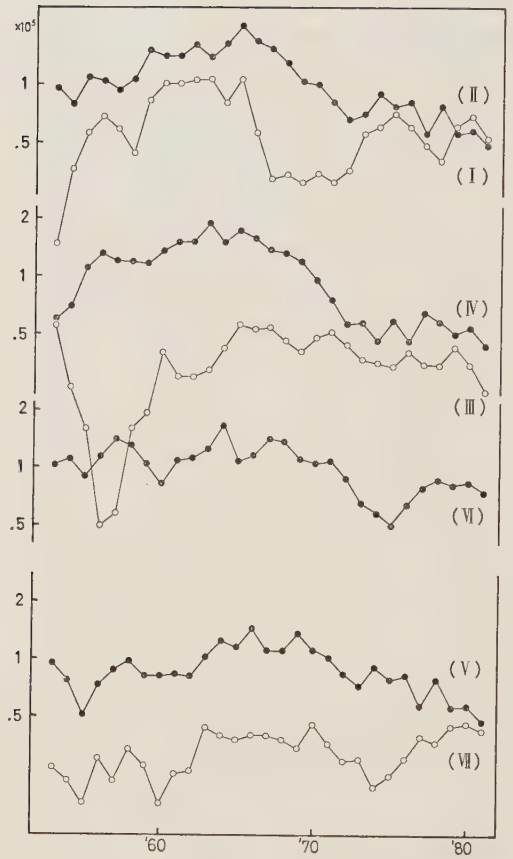


Fig. 4-17. 以西底びき 網漁船によるひき 網数の中海区別経年変化
Yealy changes of number of hauls by the Japanese pair trawlers, by the Areas Ⅰ～Ⅶ.

チ・クログチは一回一斉放卵であるのに対して，シログチは多回放卵である．また，前2者の卵は大型であるのに比べ，シログチの卵の卵径はやゝ小さい．すなわち，産卵生態からみると，前2者は大型の卵を少なく産卵する型，シログチは小型の卵を多数産卵する型に属すると見ることができる．さらに，クログチ・キグチとも産卵場が比較的狭い海域に限定されている．特にクログチは中国の浙江省沖に限定され，キグチは中国沿岸の浙江省，江蘇省の沿岸浅海および朝鮮半島の蚊島，延平島，大和島沖などでのみ産卵するが，シログチは特に中心となる産卵場はなく，全域的に沿岸部で産卵している．このことに関連して，成魚の分布をみると，クログチは浙江沖の海区Ⅵに中心があり，キグチはクログチよりも広い範囲に分布しているが，特に海区Ⅲを中心に海区Ⅳ・Ⅴに密に分布している．一方，シログチは海区Ⅴに最も多く，海区Ⅲでは分布が薄いが，この両海域とその他の海区との差は小さく，黄海・東シナ海にほゞ一様に分布していると見ることが出来る．さらに，1ひき網に多量に漁獲されるいわゆる大乗りも，シログチではほとんど認められず，群性も他の2魚種に比べると比較的低いと考えられる．

以上の事実から，2つの原因が推測される．その一つは増殖力の強さである．つまり多回産卵の方が潜在的な増殖力があり，漁獲に対する抵抗力が強いと考えられることである．しかしながら，前節で行った親子関係曲線についての諸検討の結果は，増殖率の変化が資源量に対して極めて大きくかつ鋭敏な影響を与えることを示している．すなわち，増殖率の僅かな増大でも，資源量に直ちに大きな影響を与え，急速な資源の増加をもたらし，同一水準に留まり横這いを続けることは不可能である．また，先に示したようにキグチの減少によってできた空間，すなわち生態的地位を埋めるような変化も認められず，増殖力に関連した機構が主な原因であるとは考え難い．

次に考えられるのは分布様式の差である．現在のキグチ・クログチの資源量の減少は，漁獲による親魚量の減少に起因するものであるから，当然漁獲量が低下していないシログチに対する漁獲の影響の機構には，他の2魚種との間に何らかの差が認められなければならない．シログチとキグチ・クログチとの間には，特に大きな生態的・生物学的な相違はなく，共に同一の水域に生息していることは先に述べた．相違する点としては，分布様式の差があげられるのみである．つまりシログチは全水域に比較的均等に分布し，産卵場も特に限定されず，ある時期に著しく密集することもなく，群性も余り強くなく，集中的漁獲を受けることが少ない．したがって，努力量配分の経年的な変化に伴って，漁業の最も盛んな水域では，キグチ・クログチと同様に高い漁獲死亡率を示すが，努力量の低い水域では漁獲死亡は小さく，黄海・東シナ海全域としては死亡率が小さいと考えられる．キグチ・クログチではその分布の中心が明確であり，群性も強く，特に産卵期には極端に密集する性質があり，集中的な漁獲を受け易すいと考えられる．資源量が波動するのは漁獲死

死亡率が低く，資源量が親子関係における均衡点付近にある場合であり，現在認められるシログチの漁獲量の経年的な変化傾向にみられる波動が，資源の変動に対応しているものであるなら，以西漁場全体でのシログチの漁獲死亡は余り高くないものと推測され，この3魚種の漁獲量変動の相違の主要な原因は，この分布様式の差による結果と判断せざるを得ない．

イボダイとマナガツオ類の比較

イボダイとマナガツオは，分類学的には科を異にするが，同一亜目に含められており，その捕食生態は極めてよく似ており，浮遊生物捕食魚類の主要な構成員である．イボダイは，東シナ海南部の中国沿岸部にその分布の中心を持ち，東シナ海・黄海全域に広く分布している．マナガツオ類はマナガツオが東シナ海南部，コウライマナガツオは黄海に分布の中心があり，産卵期およびその前後の時期を除くとほゞ南北に分離して生息している．漁獲統計ではこの両種は分けられていないため，各月の漁区別漁獲量に基づいて両種の分布範囲を推定し，分離集計した．

イボダイは大きな年変動を示しながらも，1956年をピークとするドーム型の変化を示している．この減少の仕方を海域別にみると，他の多くの魚類にみられると同様に分布の周辺域に当る黄海域での減少が著しく，1975年以降は皆無に等しい状態にある．分布の中心である海区Ⅶについてみると，全域の漁獲量が最大漁獲時の 1/10 にまで低下しているのに比べ，この海区ではいまだ 1/8 にまでは低下しておらず，資源量の減少が分布範囲の縮少として表われていることが分かる．一方，マナガツオ類の統計は1969年以降の13年分しかなく明確な変動傾向を判断しにくいが，コウライマナガツオは，大幅な変動を示しながらも全体的には漸減傾向を示し，マナガツオは1977年から1979年には上昇しているが，続く2年間では1972年の水準まで低下しており，一応横這い状態にあると考えてよいであろう（Fig. 4-18, 4-19）．

これら3者の変動を比較すると，イボダイの減少が著しい黄海ではコウライマナガツオも減少傾向を示し，イボダイの減少の若干ゆるやかな東シナ海ではマナガツオが比較的安定した水準で推移しており，これらの3魚種の変動傾向は，種間の相互作用が働いていると考えた場合の逆の動きを示している．

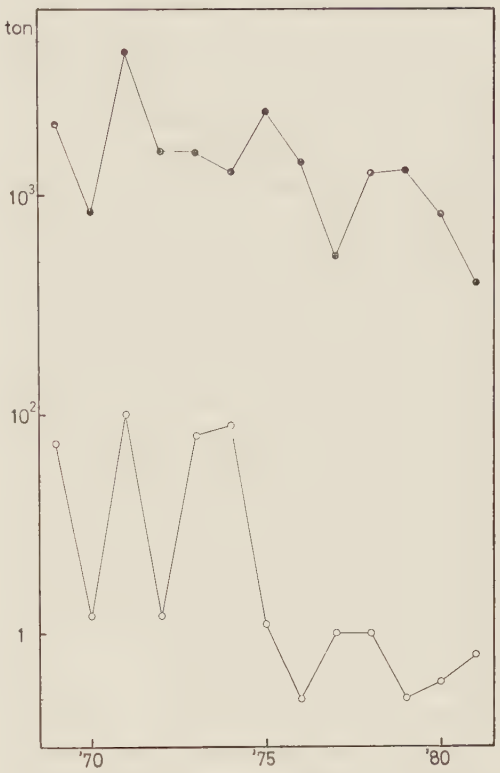


Fig. 4-18. イボダイの海域別漁獲量の経年変化　東シナ海域（上），黄海域（下）
Yearly changes of catch of *Pssenopsis anomala* in the East China Sea (upper) and the Yellow Sea (lower) for Japanese pair trawl fishery.

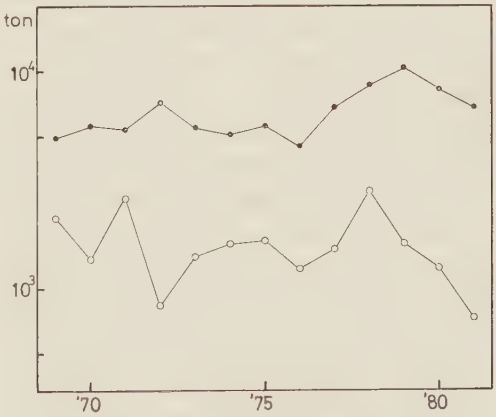


Fig. 4-19. マナガツオ類の海域別漁獲量の経年変化　東シナ海域（上），黄海域（下）
Yearly changes of catch of *Pampus* in the East China Sea (upper) and the Yellow Sea (lower) for Japanese pair trawl fishery.

エソ類とハモとの比較

この両種は現在の東シナ海・黄海の底魚類の中では最も高い食地位を占めており，前章の結果は両種が魚食性の最も強いグループに属していることを示している．最首[83]は「魚食性が高い程明確に棲み分ける」と述べており，これら両種間には最も強い競争関係が存在することを指摘している．したがって，これらの魚種は分類学的には非常に遠い関係にあるが，食物をめぐっての争いは最も激しいと考えることができる．

両種の漁獲量変動を見ると，ハモは1963年までは着実に増加してきたが，その後減少し始め，現在は最大時の43%まで低下している．しかし，その低下速度は1974年以降は緩やかになっており，年変動は比較的小さい．ワニエソは東シナ海群と九州近海群に分けられているが，後者は前者の 1/10 の水準であり，以西漁場にはその分布の一部分が入っているに過ぎないため検討の対象からはずすこととした．ワニエソは年変動が大きく，全体的な変動傾向は余り明瞭ではないが，1958年に最大値がみられ，それ以降はゆるやかに減少している．その減少過程は波動的であるが現在は最大時の53%の水準にある．黄海に分布するトカゲエソは，これらの2魚種に比較すると低下が著しい．最大漁獲量は1964年に現われ，以後やゞ段階的に減少し，1974年以降は年変動幅が大きいが，最大時の 1/10 の水準にあり，近年は若干増加しているがこの増加は一時的なものであろう（Fig. 4-20）．

ハモの漁獲量をエソ類2魚種の分布域に従って東シナ海群と黄海群とに分離し，その漁獲量変化を見ると両海域でその変化傾向に相違が認められる．東シナ海群の変化はゆるやかであり，全域の変化と同様に1963年に最大値が認められ，それ以後は漸減し現在は最大時の50%を保っている．黄海群はこれに比べて増減の相対幅が大きく，急激に増加して1962年頃に最大漁獲量を示した後に急速に減少している．1971年以降は年変動が大きいが，近年はほゞ横這い状態にあり，その漁獲量は最大時の20%程度になっている（Fig. 4-21）．

この両海域におけるハモの変動とワニエソおよびトカゲエソの変動とを比較してみた．黄海域のハモとトカゲエソの漁獲量変動は非常によく似た変動を示している．すなわち，1960年代のはじめまでは共に増大し，以後急速に減少し，近年は大きな年変動を示しながらも低下傾向は止まっているという経過を示している．東シナ海のハモも最大漁獲量の出現が遅く，年変動はワニエソのように大きくはないが，減少過程に入った後の減少速度はともにゆるやかで近年はやゝ横這いと表現される状態にあり，減少割合も最大時のほゞ

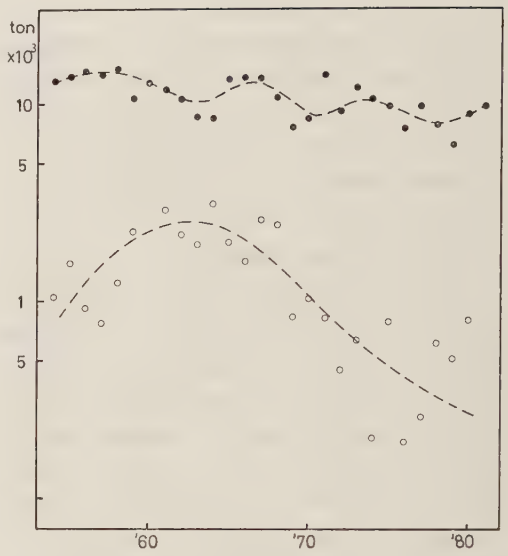


Fig. 4-20. ワニエソ（上）およびトカゲエソ（下）の漁獲量の経年変化
Catch trend of *Sauride wanieso* (upper) and *Saurida elongata* (lower) for Japanese pair trawl fishery. Curves are drawn free hand.

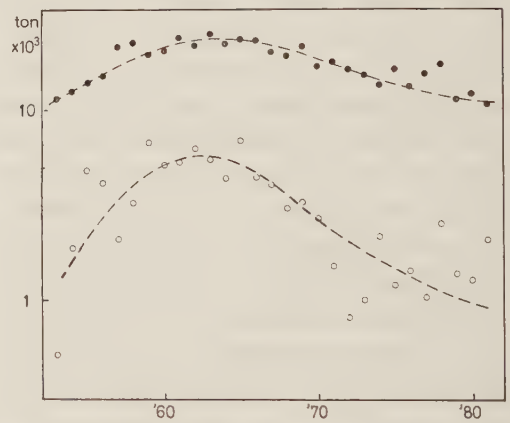


Fig. 4-21. ハモの海域別漁獲量の経年変化　東シナ海域（上），黄海域（下）
Catch trend of *Muraenesox cinereus* in the East China Sea (upper) and the Yellow Sea (lower) for Japanese pair trawl fishery. Curves are drawn free hand.

50%とワニエソによく似た経過をたどっている.

両海域に共に生息する魚食性魚類を代表する2魚種の漁獲量の変動傾向は，両海域においてよく似た経過を示しており，一方の種の増加・減少が他の種の変化に影響を及ぼしていると考えられる兆候は認められず，これらの種間に存在する餌をめぐっての競争関係が資源の変化に大きく影響したとは考え難い.

2) 捕食者と被捕食者との種間関係

ハモ・タチウオ・エソ類とグチ類3魚種との比較

ハモ・タチウオ・エソ類とグチ類3魚種は，東シナ海・黄海の主要種であり1960年にはこれら6魚種によって全漁獲量の50%が占められており，生態的には捕食者—被捕食者の関係にある.

グチ類3魚種の経年変化をみると，1960年に最大値を持つドーム型である（Fig. 4-13). ハモとエソ類の漁獲量の合計の経年的変化傾向もドーム型を示し，最大時は1965年頃にある．これにタチウオを加えても同様にドーム型を示し，1967年と若干遅れて最大値が現われる．この両群にみられる最大値出現のずれは一見被食者の減少が捕食者の減少をもたらしたようにみえる．そこで努力量を最もよく表わすものとして，ひき網数の経年変化をみると，同じようにドーム型を示し，最大値は1965年にみられる．現在の水準は1950年の水準にあるが，漁船・漁具の性能比を考慮すると，努力量の最大時の出現時期はそれよりも若干遅いと考えられ，最大努力量の値もより大きく，現在の努力量も1950年時よりは大きいと考えられる（Fig. 4-22).

先に述べた各群の漁獲量の変化をこの努力量の変化と重ね合せて考えると，1950年代にみられる漁獲量の増加は，主に努力量の増加によるものと推測される．しかし，グチ類3魚種は1960年以降少なくとも5年間余りは努力量の増加にも係らず低下しており，資源の減少が著しいことを示している．一方，グチ類3魚種の最大の捕食者であるハモ・エソ類は，努力量の変化にほぼ対応して変化し，これにタチウオを加えると若干努力量の減少に遅れて減少している．これらの種は早いものでは2歳，遅くとも3歳で成熟する．したがって，この両魚種群の減少傾向に認められるずれが5年または7年であるということは，この変化が捕食関係にもとづく結果と考えるには長過ぎると思われる．また，現在の水準を最大時の水準と比較すると，被捕食者であるグチ類3魚種合計は23%にまで減少しているに係らず，捕食者群であるハモ・エソ類では50%，これにタチウオを加えると40%の低下に留まっている.

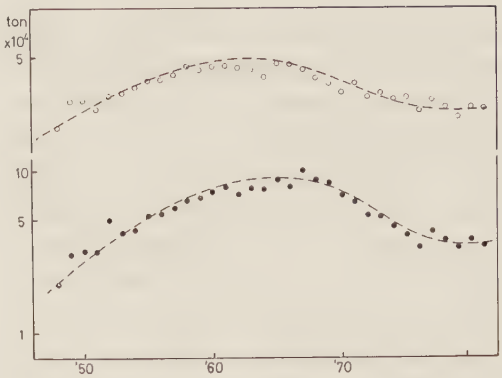


Fig. 4-22. ハモ・ワニエソ（下）およびハモ・ワニエソ・タチウオ（上）の合計漁獲量の経年変化
Catch trends of 2 species of *Muraenesox cinereus* and *Sauride wanieso* combined (lower) and 3 species of *M. cinereus*, *S.wanieso* and *Trichiurus lepturus* combined (upper) for Japanese pair trawl fishery. Curves are drawn free hand.

その他，これらの捕食者の捕食対象となると考えられるホウボウ・カナガシラ類およびコチ類は，1948年以降減少を続けており，他の餌生物によって代替されたとは考え難い．当然多くの要素が入り組んで作用していると考えられるが，これらの変化が捕食-被捕食の種間関係に基づく結果であるとは考え難い.

3) 関係のない魚種間の相互関係

複数の種が同一海域に生息している場合に，その種間に何の相互関係もないと断定することは極めて難しい．しかし，ここでは種間関係を捕食生態にのみ限定して考察しているので，同種の餌を捕食することもなく，さらにその全成長段階で相互に捕食することもないと考えられる種は，何らの相互関係もない種であると考えることができる．主要魚種のうち，そのように無関係であると考えられる魚種として，遊浮生物捕食者であるイボダイ・マナガツオ類と，完全な底生生物捕食者であるホウボウ・カナガシラ類，エイ類，コチ類とがあげられる．このうちマナガツオは，他の魚種に比べて統計が収集されている期間が短かいので比較から除くことにする.

底生動物捕食者である各魚種は，漁獲統計では近縁

種をまとめて「類」として集計されており，その中には多くの種を含んでいる．その漁獲物中に占める各魚種の割合は一定でなく，魚種別割合は年変動ばかりでなく経年的な変化をも示すと考えられる．すなわち，経済価値のやゝ高いホウボウ・カナガシラ・アカエイ・コチ等の減少が早期に起り，それに次いで経済価値の高い種が減少するという経過をたどったと考えられる．しかし，この場合は捕食に関して無関係な魚種についての検討であり，類としてまとめられた魚群が全て同じような捕食生態を有するものであれば，これらの生活内容の差は特に考慮する必要はないと考えられる．前記3魚種の構成種は幼生期に着底し，以後は総て底生生物食であると考えることが出来る．

関係がないと考えられる魚種間の資源量変動は全く無関係に起ると考えられる．イボダイの漁獲量の変化は，先にも述べたように大きな年変動を示しながらも，経年的な変化傾向は1955年を最大とするドーム型を示している．底生動物食の3種類は，年変動の大きさや，減少の程度には差が認められるが，共に1948年以降確実に減少している．努力量は1965年までは上昇しており，1955年以降は両者ともに努力量増加にも係らず減少を続けており，長期にみた変化傾向はほゞ同じであると考えることができる．すなわち，相互関係が存在しないと考えられる種の量的変動が非常に類似していることがわかる．

捕食生態に基づいて調べられた各主要魚種間の相互関係を競争・捕食・無の諸関係に大別し，各魚種の漁獲量の経年的変化を各関係ごとに比較検討した．

競争および捕食関係にある主要魚種間には，種間の相互作用が働いた結果と考えられるような現象も認められる．特に，競争種間の相対関係においては，いずれの組合わせにおいても資源量の大きい優勢種が減少しているのに対して，対応する競争種の減少割合は小さく，種間の優劣関係が逆転する傾向が認められる．しかし，詳細に検討すると勢力の逆転が起った後においても，優位になった種が減少した他方の種の生活範囲を埋めるような現象は認められず，漁獲の変動傾向に認められる相違が，種間の相互作用が働いた結果であるとは判断されなかった．試みに主要魚種の漁獲量の経年的変化を東シナ海・黄海別にまとめ，その変動の相関を求めてみた．減少の著しい魚種間で高い相関がみられるが，特定の種間に限られている．また，負の相関は少なくその値も小さく，逆相関すなわち減少を補うような魚種は認められないことがわかる (Table 4-9).

これらの漁獲量の経年的変化において，共通的にみられる傾向は著しい減少傾向であり，総漁獲量は20年に半分以下にまで低下しており，資源量の減少はこれを上廻つているであろう．このような急速な魚群密度の低下は，さまざまな魚種間に相互作用が働く余裕を与えなかったか，働いたとしてもその結果が現象として現われることを許さなかったと考えられる．現在で

Table 4-9. 漁獲量の経年変化の魚種間の相関配列
Correlation coefficient matrix for the yearly catch data by species.

EAST CHINA SEA

	キダイ (85)	ワニエソ (249)	シログチ (130)	キグチ (84)	クログチ (93)	タチウオ (144)	ハモ (183)	イボダイ (40)	ホンニベ (214)	魚種名 Species name
	0.219	−0.193	−0.066	0.086	−0.020	−0.491	−0.191	−0.192	−0.397	マダイ (221)
		−0.345	0.245	0.148	0.212	−0.156	0.147	0.063	0.005	キダイ (85)
			−0.126	0.259	0.283	0.362	0.336	0.247	0.400	ワニエソ (249)
YELLOW SEA				0.096	0.263	−0.297	0.290	0.382	0.292	シログチ (130)
シログチ (130)	0.597				0.810	0.069	0.849	0.279	0.615	キグチ (84)
キグチ (84)	0.605	0.487				0.148	0.948	0.457	0.752	クログチ (93)
タチウオ (144)	0.377	0.280	0.784				0.255	−0.033	0.387	タチウオ (144)
ハモ (183)	0.587	0.463	0.889	0.683				0.504	0.849	ハモ (183)
ホンニベ (214)	0.493	0.420	0.775	0.581	0.807				0.719	イボダイ (40)
魚種名 Species name	マダイ (221)	シログチ (130)	キグチ (84)	タチウオ (144)	ハモ (183)					

Figures in parentheses indicate species number in Suppl. table 1-1.

は餌生物は充分に存在し，生存にとって最も基本的な食物関係における緊張は緩和されていると考えられる．

種間の相互作用が作用する様式としては，親魚の成長の良否，産卵量の増大と卵の活力の変化および発育の良否に伴う生き残り率の変化と言う過程が考えられる．しかし，これらの過程がある魚種を増大させるべく作用するには個体数の増加が不可欠である．そのためには，親魚量がその種が本来の生活圏を維持するに必要な量だけ確保されており，その有利な条件が直ちに産卵量の増大，生き残り率の増大に結び付かなければならない．産卵親魚量が現状維持のために必要な量しか存在しない場合には，有利な条件が与えられても資源の回復のために何ら役に立たないと考えられる．

これらの事実を考え合せると，東シナ海・黄海のほとんどの底魚類は，強度の漁獲圧力を継続的に受けているため，種間関係の変化がもたらした有利な条件によって生み出された加入量の増加が，漁獲量の増加として吸収されてしまい，それらの加入量の増大が親魚量を増加させ，再び加入量の増大をもたらすという資源量増加の循環に入ってゆけないものと考えられる．したがって，種間関係の変化が種間の相対関係に変化を与えていたとしても，現象的には何の変化も現われないことになる．種間関係の変化が，それらの魚種の相対量に変化を与えるようになるためには，加入量の増加が産卵親魚の増加に結び付く程度まで漁獲圧力を継続的に低下させる必要があろう．

V 結 語

種個体群に関する諸研究の進展と200カイリ経済水域設定に伴う資源管理の具体化によって，近年種間関係の研究の重要性が改めて認識され，多くの研究が行なわれるようになった．東シナ海・黄海の底魚類の研究においても群集生態学的な研究の必要性は，研究の比較的初期の段階からも指摘されてきた．しかし，取上げなければならない多くの研究課題の中にあって，絶えず意識されながらも，底魚類全体を対象とした本格的な取り組みは行なわれないまゝ経過してきた．研究の着手が遅れた主要な理由の1つに，東シナ海・黄海の底魚類の構成種が極めて多種であり且つ多様であるという事実があることは否定できないであろう．したがって，この研究に着手するに当っては，多種多様な底魚類で構成されている群集を，種間関係において最も基本的な食物をめぐる諸関係に基づいて解析し，底魚群集の全体像を明らかにすることを目標とした．

種間関係を捕食，競争および無関係の3つに大別し，胃内容物の分析を行なうとともに，捕食に関連する諸器官の形態を類別し，得られた諸結果によって，底魚類とその対象餌生物との関係を解析し，底魚類の生態的相互関係を明らかにした．さらに，これらの群集構造の経年的な変化を調べ，漁獲対象魚種と餌生物群の種類組成におよぼす漁獲の影響を解析した．そこで，これらの知見に基づいて，漁獲対象としての東シナ海・黄海の底魚類の群集構造を概観する．

東シナ海・黄海の底魚類は，1908年に汽船トロールによる操業が始められて以来，底びき網漁業によって開発利用されてきた．その間，底魚資源に加えられる漁獲の強度は，2度にわたる世界大戦を挟んで大きな変動はあったが，漁具，および諸装備の改良と漁船の大型化に加えて，数度の減船にも係わらず絶えず指向されてきた漁船数の増加によって強化され続けてきた．また，これらの漁獲は年代ごとにその主対象魚種を変えながら行なわれてきた．すなわち，主対象である魚種の生態に合せて漁場を選び漁具漁法を変化させ，その年代において最も有利な漁獲が得られるように選択的な漁業が行なわれてきた．したがって，漁獲が底魚類の群集構造に与えた影響は，年代ごとに異なっていたと考えられる．

先ず最初に開発されたのは最も高価なマダイ類であり，次いでキダイ資源がその主要な対象となった．第2次大戦後の底びき網漁業は，キダイ中心の漁業として再開された．タイ類が属しているエビ捕食群は，最も資源量の大きな捕食群である．一方マダイとチダイは黄海に，キダイは東シナ海南部にその分布がほゞ限定されており，底魚群集に与えるタイ類中心の漁獲の影響は局地的なものであり，捕食群間の均衡に変化をもたらしたとは考え難い．その後，2そうびき底びき網漁船に船尾式漁船が出現したのと相まって，対象漁獲物は多獲性の魚種へと転換され，漁獲の主体が最も資源量の大きいグチ類に移行していった．このような強い漁獲を受けた結果としてもたらされたグチ類の急速な減少は，当然ながらその主要な餌生物であるエビ類資源の増加をもたらしたと考えられる．1965年頃から認められる雑エビ類の水揚量の増加は，これらの多種類のエビ類資源の増加もその原因の1つであると推測される．ほゞ同じ時期に認められる現象として，魚類食群の中でも最も上位の栄養段層にある大型のサメ類の減少である．これらのサメ類は成熟年齢も高く，産出する仔魚の数も少ないこともあって急速にその数が減少し，近年はほとんどその姿をみることができなくなっている．これらのサメ類が主要魚種をどの程度捕食していたかは推定し得ないが，資源量が大きく生息層も重なっているグチ類が主要な餌となっていたと考えられる．したがって，これら大型サメ類の減少は，グチ類資源にとっては有利に作用したと判断される．

グチ類の減少後はハモ，タチウオ，ワニエソが漁獲の中心となっている．これら3魚種の漁獲量も近年急速に減少しており，特に高齢魚の減少は著しい．この3魚種の主要な餌生物は，小型の魚類とイカ類およびカニ類である．ガザミおよびイカ類の漁獲量は近年増加しており，これらの魚種の食害の減少が，その増加の主要な原因の1つであると想像される．

近年は運搬船の導入による鮮度維持の向上もあって，資源としては小さなカレイ類，コチ類，マナガツオ類，イカ類およびカニ類など中高級魚の割合が高くなってきた．これらのうち魚類3群は底生生物捕食群および浮遊生物捕食群に属している．この両捕食群の餌生物群は，漁業によって全く利用されえないもので

あり，これらの魚類の減少は漁業にとって重要な食物連鎖の流れを弱めることを意味する．

以上のように漁獲の主対象は，エビ類捕食群から始まって，オキアミ捕食群とマルソコシラエビ捕食群とを加えた小型甲殻類を主要な餌生物とする捕食群へと移行し，さらに魚類捕食群を経て，底生生物捕食群，浮遊生物捕食群にいたっている．つまり，すでに全ての捕食群が漁業の主対象とされ，現在は残されていた最後の捕食群を主対象として漁業が行なわれていることがわかる．また，漁獲の影響は，餌生物を含めた底魚群集の種類構成に大きな変化を及ぼし，その餌生物の一部は魚類以外の漁獲物の増大として漁獲にも反映している．漁業対象魚種である上位捕食者の減少に伴って，それらの餌生物であった中位捕食者が増加し，さらにそれら中位捕食者が捕食する小型動物群の減少という経過が，この変化過程の主要な流れである．すなわち，この海域の底魚類とその餌生物とからなる底生動物群集においては，その栄養階層の両端が減少し，中央部分が増大するという方向を示している．これらの漁獲対象魚類の餌生物のほとんどは，漁獲の対象とはなり得ない小型の魚類・甲殻類および底生動物群であり，このような群集構造の変化は，漁業にとっては好ましくない状態であるということができる．

本研究によって東シナ海・黄海の底魚類の群集構造の現状を把握することができた．これらの群集構造に対する認識のもとに底魚類の管理を行なうための具体的な方策の開発を行なうためには，さらに幾つかの明らかにされなければならない知見がある．先ず，魚類の消化過程についての詳細な研究があげられる．捕食群と餌生物との関係ごとに，それらの消化過程が明らかにされることによって，各魚種の満腹時捕食量が日間，年間捕食量に変換され，種間の相互関係が量的に解析しうるようになる．さらに，餌生物の量的変動機構についての研究が必要である．餌生物には多様な動物群が含まれ，その生態も多様である．これらの主要な餌生物の個体群についての研究を進め，その補給機構を明らかにし，捕食者と餌生物との量的相互関係を明確にしなければならない．底魚類の変化過程を調査するためには，永年にわたる統計資料を必要とする．底魚群集としての動態の研究には，捕食群としての変動機構が究明されなければならない．したがって，現在の漁業統計を捕食群に再集計するため補助資料の収集が欠かせないものとなる．

これらの諸研究が進展し，群集の構成単位である各捕食群と餌生物群との相対関係の数量化が可能な段階に到達したならば，群集模型による研究が進められなければならない．底魚群集のように極めて複雑な構造をもち，入り組んだ動きを示す系の研究には模型による解析が不可欠である．模型による試行試験なしには，得られた多くの知見の整理と新しい問題点の抽出さえ不可能に近いであろう．蓄積された諸知見に基づいて構築された群集模型による試行試験によって，これらの底魚資源の回復と維持のために，最も有効な管理方策が開発され実施されるであろう．これらの施策の結果，資源の増加が実現されれば，種間の相互作用は密度の増大に比例して大きく複雑になる．したがって，資源増加のもたらす結果の予測には，餌生物群を含めた群集の構造と機能についての充分な知識が必要となる．漁業との関係の明確化を含めた底魚群集の研究は，今後一層重要性を増すであろう．

要　　約

1　序　章

資料と採集法

この研究は，食物関係に基づいて東シナ海・黄海域の底魚類の群集構造を解析し，その構造の変動機構を明らかにすることを目的として行なった．魚種間の相互関係を捕食，競争および無関係に大別し，捕食に関与する諸器官の形態および捕食に関する生態の両側面から，底魚類の相互関係を究明するとともに，種間関係に対する漁獲の影響について考察した．

研究に用いた生物資料は，調査船によって採集した．調査は冬季（1972年2・3月），夏季（1972年8月）および秋季（1973・1974年11月）に実施し，カバーネットを2重に取り付けたトロール網，表層・中層びき稚魚ネットおよび垂直びきプランクトンネットによって採集した．底魚類の資源動向の解析には，水産庁漁獲統計表および当業船の水揚台帳に基づく漁獲資料を用いた．

群集区分

各調査時の月別漁獲統計表に基づき，各漁区間の漁獲物の種類組成を類似度指数（$C\pi$）を用いて比較した．東シナ海・黄海の底魚類は，黄海群集と東シナ海群集とに大別され，東シナ海群はさらに北部群集，南部群集および東部群集に分けられることがわかった．

黄海群集の構成種類数は最も少なく，寒海性の種類がその主体を占める．東シナ海南部群集は構成種類数が最も多く，その種類も多様である．東シナ海北部群集は若干の独自種と，季節にによって分布を拡大する南北の両群集の主要種によって構成されている．東シナ海東部群集は，東シナ海南部・北部両群集の混合群的性格が強い．

2　捕食器官の形態による群集構造の解析

捕食器官の諸形態による魚種区分

捕食に関与する諸形態の比較研究を行ない，魚類の捕食行動を推定し，捕食における能力を明かにした．魚類の捕食行動を探索，接近捕獲および消化の，4つの過程に分けて検討した．

探索に関与する諸器官として嗅房，眼および脳の嗅葉・視葉を取り上げた．これらのうち嗅房と眼が最も感覚器官としての機能をよく示すことがわかった．嗅房長と眼径との関係に基づいて，各魚種を4つの群に区分した（Table 2-1）．

接近に関与する器官として体型，鰭，および脳の小脳冠を取り上げた．小脳の大きさと運動性との間には，ほとんど有意な関係は認められなかった．体型については体横断面および体側面の形に基づいて比較した結果，各魚種を8つの型に分割した．尾鰭の形に基づいて各魚種を3つの型に区分し，尾鰭が体の大きさに比べて極端に小さい魚種については，背鰭，臀鰭および胸鰭を比較し，これらの鰭の機能を推定した．体型と尾鰭との各区分に属する魚種をそれぞれ比較し，運動形態に基づく区分として8つの型に整理した（Table 2-8）．

捕食に関与する器官として，口，歯および鰓耙を取り上げた．歯と鰓耙との間には逆比例的な関係が認められ，各魚種は比較的明確に分離し，その関係によって4つの型に区分した（Table 2-11）．

消化に関与する器官としては，胃，腸および幽門垂を取り上げた．幽門垂は分岐しているので盲管数と平均盲管長との積でその大きさを表わした．胃と腸との関係によって，各魚種は3つの型に分けられるが，ほとんどの魚種は胃と腸の大きさがともに中位の大きさを示す型に属する．幽門垂と他の両器官との比較からは，特に有意な関係は得られなかった（Table 2-12）．

魚種区分による群集構造の解析

捕食行動の4つの過程における検討結果から求められた，それぞれの魚種区分に属する構成魚種を比較し，それらの魚種を再整理して，5つの群と5つの特殊群とに分け，底魚類の形態的特性に基づく魚種区分とした（Table 2-14）．

これらの区分によって，黄海群集と東シナ海群集とに属する底魚類の魚種組成を比較した．いずれの区分においても，ほゞ両群集には形態的に類似した対応的な魚種が認められる．両群集間で著しく相違する点は，最も活動的な遊泳追跡型の魚種が，黄海群集には認められないことであった．

3　捕食生態による群集構造の解析

採集時の餌生物と捕食者との関係

主要な餌生物の1つであるプランクトン類は，他の

諸採集資料に比べてその採集時間が短かく，採集水深も若干異なっている．そこで動物プランクトン類の種類組成の水平的・垂直的な変化について調査した．その結果，採集量には若干の相違が認められたが，各調査定点のトロール網による採集範囲内では，その種類組成にほとんど変化はないことがわかった（Table 3-1）．次に，垂直分布を調べるために，時刻別・層別採集を実施した．ほとんどの種類が夜間浮上，昼間沈下を繰返すが，その移動の程度には種類によって差がある．トロール網による採集の主な時刻である日出・日没時は，昼夜の分布の中間に当り，中層稚魚網による採集物がその採集地点の動物プランクトン類の種類組成を代表していることがわかった（Table 3-2）．

捕食魚の時刻別連続採集を行ない，胃内容物重量および空胃率の時刻別変化に基づいて，捕食の日周期性について検討した．いずれの魚種においても，明確な周期性は認められなかった（Fig. 3-1）．さらに，捕食行動と密接な関連が推定される遊泳水深の時刻別変化を調べるために，魚類の遊泳水深と関係が深いと考えられる．トロール網による漁獲尾数について時刻別に検討したが，周期性は見出されなかった（Fig. 3-2）．

累積標本尾数と胃内容物の累積出現餌生物種類数との関係に基づいて検討した結果，胃内餌生物組成を求めるための必要最低標本数を50尾と定めた．また，胃内容物組成および全採集餌生物組成をそれぞれ比較し，対応する調査点間についての両組成の関係から，餌生物に対する選択性の有無を検討した．その結果，主要な魚種のうち餌生物に対して選択性の認められる魚種は少ないことがわかった（Fig. 3-4, 5）．

胃内餌生物組成による種間関係の解析

調査点ごとに集計された魚種別胃内容物組成について，群集内，群集間，および採集季節間の比較を行なった．群集内では調査点間に差は認められない（Table 3-6）．群集間の比較においては，隣接した群集間では類似した組成を示すが，離れた群集間では差が大きい（Table 3-7）．季節による組成の変化は，同季節の年次による差よりも小さいことがわかった（Table 3-8）．

各魚種の胃内餌生物組成を類似度指数（Cλ）によって群集別に比較し，胃内餌生物組成の類似した魚種をまとめて群集別に捕食群を設定した．すなわち，黄海群集はオキアミ捕食群，エビ捕食群，底生生物捕食群，東シナ海北部群集はオキアミ捕食群，オキアミ・エビ・かい脚類混合捕食群，底生生物捕食群，魚類捕食群および浮遊生物捕食群に分けられた．東シナ海南部群集は最も多くの魚種を含み，魚類捕食群，エビ捕食群，オキアミ捕食群，かい脚類捕食群，底生生物捕食群および浮遊生物捕食群の6群に区分され，エビ捕食群からはさらにマルソコシラエビ捕食群を分離することができる．類似度指数に基づいて，各魚種の相対的な位置関係を求めて図表上に示した（Fig. 3-6～9）．この模式図は，各魚種の捕食する餌生物の質的組成に基づいて相対的な位置関係を表わしており，各魚種の図中の相対位置がその生態的地位を示していると考えられる．

先に求めた捕食器官の諸形態による魚種区分を用いて，各捕食群を構成する魚種間の比較を行なった．先ず，各捕食群に属する魚種間においては，捕食された餌生物の種類の比率における魚種間の差が形態的区分によって解析され，それらの差が捕食方法の相違に基づくことが明らかにされた．群集間についてみると，黄海群集にはかい脚類捕食群に属する魚種が生息していない．それは黄海域にはかい脚類の分布量が少なく，かい脚類を主要な餌生物としている小型の底魚類の生息に適していないことによると推測される．さらに，それらの小型底魚類を主要な餌としている，形態的特性においては追跡型に区分された魚種が認められず，黄海域にはかい脚類－かい脚類捕食群－追跡型魚類捕食群という捕食系列が認められないことがわかった．

同一の捕食群に属する魚種の分布の重なりの大きさについて調査した．底生生物捕食群を除き，各捕食群において胃内餌生物組成が最も類似し，分類学的に近縁な魚種間ほど分布範囲が重なる傾向が認められた．

捕食の順位による種間関係

各魚種の相対的な勢力関係を考察するために，胃内餌生物組成の重量組成に基づいた捕食の順位を用いて種間関係を検討した．

浮遊生物などの小型の餌生物は，捕食されている各餌生物の平均体重として，環境中から採集された標本の平均体重を用いた．魚類，頭足類は胃内容物中の標本を捕食前の状態に復原し，その平均体重を用いた．各魚種の胃内餌生物の尾数組成に，これらの平均体重をかけて重量組成とした（Suppl. table 3-3）．

各餌生物を各々の栄養階層に基づいて重み付けを行なった．すなわち，かい脚類およびデトライタスを基準として各餌生物ごとに換算指数を定め，この指数を各魚種の胃内餌生物重量組成にかけて，その合計値の大きさに基づいて，群集別に各魚種の順位を決定した(Table 3-12)．さらに，餌生物をその主生息層に基づいて中底層性および底層性とに区分し，各魚種の両生息層に属する餌生物の比率を求めた．この順位と餌生物の生息層とによって，各魚種の関係を図表に示した(Figs. 3-10~12)．この関係図は，各魚種の種間関係を捕食・競争の両関係に基づく相対的位置関係として表わしており，群集構造図と考えることができる．

4 漁獲による群集構造の変化

資源量変動に伴う餌生物の量と組成の変化

資源量の水準が高い年（1958年）と非常に低くなった年（1974年）とにおける，底魚資源が捕食する餌生物量とその種類組成の変化について検討した．

主要魚種の資源量は，漁獲量と親子関係（リッカー型曲線）に基づく資源変動計算によって求めた（Fig. 4-2)．主要魚種以外の魚種の資源量は，類別漁獲統計と漁業会社の水揚げ資料とに基づいて求められた魚種別漁獲量と，主要魚種の漁獲量の経年変化と漁獲率との関係から推定された両年の漁獲率（Fig. 4-11）とから計算した（Table 4-3)．

体長と胃内容物重量との関係および体長と体重との関係から，体重と満腹時の胃内容物重量との関係を求めた(Fig. 4-12)．その関係から平均体重に対する満腹時捕食量および満腹時捕食率を求めた（Table 4-5)．

得られた満腹時捕食率，資源量および餌項目別胃内餌重量組成から魚種別餌項目別満腹時捕食量が求められた（Suppl. table 4 3)．

底びき網対象魚種が1974年に捕食した餌生物の量は，1958年における量の30%にまで低下している（Table 4-6)．この消費されなかった餌生物（余剰餌生物）のうち，大型の餌生物は漁獲対象魚種とほぼ同じ種類の餌生物を捕食している．そこで，これらの大型餌生物のうち消費されずに残ったと推定される魚類（余剰被捕食魚類）の捕食量を推定した．各被捕食魚類の満腹時捕食率と余剰被捕食魚類量とから，それらの被捕食魚類が捕食した餌生物量が求められた．餌生物の種類によって，消費されずに残った餌生物に対する消費割合が大きく相違し，小型の餌生物においてはその消費割合は非常に大きい．すなわち，漁獲対象である底魚類の資源量の減少は，餌生物の生体量の変化をもたらすのみでなく，その餌生物の種類組成も大きく変化させていることが明らかにされた．

魚種別漁獲量の経年変化と種間関係

漁獲の影響によって，ほとんどの魚種の資源密度が低下している．このような密度の低下が，競争，捕食および無関係にある魚種の相対関係にどのような変化を与えたかを，漁獲量の経年的変化傾向に基づいて検討した．

競争関係にある魚種としてキグチ・シログチ・クログチとイボダイ・マナガツオ類およびワニエソ・トカゲエソ・ハモの3組の種間関係について検討した．

これらの各魚種のうち，キグチ，クログチ，イボダイ，トカゲエソおよびハモの漁獲量変動曲線はいずれもドーム型を示し，近年の漁獲量の低下は著しい．一方，それらの競争種であるシログチ，マナガツオ類およびワニエソの漁獲量は，若干の低下に留まっている．この現象は，競争種の減少が対抗種に有利に作用した結果のように考えられるが，これらの漁獲量変動を各海域別に詳細に検討すると，競争種の減少が対抗種の生息域の拡大や資源量の増加をもたらしたと考えられる変化は認められなかった．

捕食関係にある魚種としてハモ，エソ類，タチウオとグチ類との関係を検討した．グチ類3魚種の幼魚はハモ，エソ類およびタチウオによって捕食されている．この捕食者群とグチ類3魚種の漁獲量変動はともにドーム型を示し，両変動間には関連があると考えられるような動向は認められなかった．

食物関係において関係がないと考えられる浮遊生物捕食群に属する魚種と底生生物捕食群の魚種との漁獲量変動を比較した．両群の経年変化はほぼ同じ変動傾向を示し，漁獲の影響を同じ様に受けていることがわかった．

以上のように漁獲対象魚種の資源量の変動傾向には種間関係が作用した結果とみられるような現象が認められたが，漁獲の影響によって，底魚資源を構成する各魚種間の相互作用が大きく変化したとみられる具体的な事例は得られなかった．

Summary

1. Introduction

Materials and Sampling :

The primary purpose of this paper is to give a description and an analysis of the association structure and its changes with the time, for demersal fishes in the East China Sea and the Yellow Sea, with reference to the food relations of fishes.

Interspecific food relations of the demersal fishes were categorized as prey-predator relation, competitive relation and mutual independence, and examined from morphological and ecological view points. An impact of fishing activity on such interspecific relations was also discussed.

Research cruises were made for sampling in February-March, 1972 (wintering season of the demersal fishes), August, 1972 (feeding season) and November, 1973 and 1974 (pre-wintering season). Sampling was conducted using trawl net with double cover netted cod-end and pelagic-midwater net samplers for zoo-plankton.

Trends of commercial catches and stock sizes were discussed based on the fisheries statistics prepared by the Japan Fisheries Agency and the fishing companys' landing records.

Distinction of the associations :

Regarding distinction of the associations, similarity in species composition between statistical areas (10′×10′ block) was examined with the index $C\pi$ calculated based on the statistical cathch data in the corresponding months to the research cruise months of a year. As a result of the species composition analysis, two major associations were defined as the Yellow Sea association and the East China Sea association. Further, the northern, the southern and the eastern associations were also definable for the East China Sea association.

In the Yellow Sea association, the cold water species predominate and the number of species was smaller than that in the other associations. In the southern East China Sea association (the southern association), a larger number of species including various taxonomic types was observed compared with the other associations. The northern East China Sea association (the northern association) included, besides its own peculiar species, major species of the southern association in the way of covering a wide range of distribution in their seasonal migration. The eastern East China Sea association (the eastern association) included major species common to both the northern and the southern association, being regarded as the mixed association of the northern and the southern association.

2. Analysis of the association structure based on morphological examinations of the organs relevant to feeding.

Types of fish species characterized by the configuration of organs :

Morphological organ comparative study was carried out to obtain the background information on feeding activity and ability. Feeding was considered in successive 4 processes of searching, approaching, capturing and digesting. The organs that might play important role in each process were compared among fish species.

As for the searching process, olfactory rossette, eye, olfactory lobe and optic lobe of brain were examined. Olfactory rossette and eye were considered as the most functional organs in the searching process, and fishes were categorized into 4 types based on the relationship between olfactory rossette length and eye diameter (Table 2-1).

As for the approaching process, body, fins and cerebelum of brain were examined. Significant relation was not recognized between size of cerebelum and locomotion of fish. Fishes were

classified into 8 types according to the body form examination based on the cross sectional and the lateral side measurements, and also classified into 3 types according to the examination of caudal fin shape. Functional significance was discussed for dorsal, anal and pectoral fin in case of fish with extremely small caudal fin in proportion to body size. These types of fish classified according to body form and shape of caudal fin were reconsidered and 8 types relevant to locomotion were defined (Table 2-8).

As for the capturing process, mouth, teeth and gill raker were considered, and 4 types of fish were definable principally by the relation of lower jaw length to gill raker length (Table 2-11).

As for the digesting process, stomach, intestines and pyloric caecum were considered. Fishes were classified into 3 types based on the relation of stomach length to intestines length, and the majority of fishes were included in the intermediate group. Notable characteristics were not obtained from the size comparison examination between pyloric caecum and stomach or intestines (Table 2-12).

Analysis of the association structure based on the classification of fishes:

The results from the organ comparative study for each process of feeding were synthetically discussed and fishes were finally classified into 5 behavioral types including 5 special types (Table 2-14). In consideration of those types of fish, species composition was compared between the Yellow Sea association and the East China Sea association to provide characteristics of the association. In the Yellow Sea association compared with the East China Sea association, the natatory-pursuit type species rarely occured, while other type species commonly occured.

3. Analysis of association structure based on feeding behavior.

Prey-predator relationship:

Horizontal and vertical variations in species composition in the zoo-plankton samples were examined to determine if the plankton sampling data were comparable to the trawl sampling data. Within the trawling site, significant variations were not observed on the species composition in horizontal plankton samples, although the amount sampled slightly differed among samplings (Table 3-1). Plankton samplings were made by different time and water depths, and the most representative species composition could be available from the sunrise or the sunset midwater sampling using the net sampler for zoo-plankton, although vertical movement of plankton was observed with time along the day (Table 3-2).

Time serial trawl samplings were also made to examine daily periodicity in feeding activity, based on changes of stomach contents in weight and occurrence of empty stomach, with time along the day. Definite periodicity was not recognizable for each species (Fig. 3-1). Futhermore, variation of distribution layer of fish with time for each species were examined based on changes of the bottom trawl catch, and definite periodicity was not recognized either (Fig. 3-2).

For the analysis of composition of stomach contents, the allowable minimal sample size from trawl catch could be determined based on relationship between cumulative number of specimens and number of species observed in stomach contents. And, prey preference was examined comparing the similarity of food composition in stomach contents with the similarity of the environmental prey composition between sampling stations (Tables 3-4 and 3-5). Prey preference was recognized for a few species among the major fishes.

Analysis of interspecific relation based on food composition of stomach contents:

Food composition of stomach contents for each fish species was compared between sampling stations within an association, between sampling stations in different associations and for the same

sampling station but in different seasons. Significant difference in food composition was not recognized between the stations within an association (Table 3-5). Food composition was similar between neighboring associations, while it differed considerably between distant associations. The seasonal difference in food composition was rather smaller than the annual one (Table 3-7).

Feeding groups of fish were defined with the degree of similarity Cλ index on food composition between fish species for each association. For the Yellow Sea association, 3 groups were categorized as euphausiid, shrimp and benthos feeding group. For the northern association, 5 groups were categorized as euphausiid, euphausii-shrimp-copepod, benthos, fish and other plankton feeding group. For the southern association, 6 groups were categorized as fish, shrimp, euphausiid, copepod, benthos and other plankton feeding group. From the shrimp feeding group, glass shrimp (*Leptochera aculeocaudata*) feeding group was classified apart.

Interspecific mutuality among the fishes was graphically represented with the degree of similarity Cλ index on food composition. The mutuality thus represented on the basis of qualitative food composition could indicate ecological niches of fishes (Figs. 3-6～9).

A comparative study of feeding of fishes was conducted for each feeding group, considering the type of fish classified by the organ comparative study. For fishes of the same feeding group within an association, difference in relative frequencies of ingested foods was considered to be referable to the type of fish or mode of feeding. For different associations, the copeped feeding group could not be observed in the Yellow Sea association in contrast with the East China Sea association. In the Yellow Sea region, copepods as food organisms were distributed less abundantly and the distribution of small size demersal fish feeding on copepods was limited. In addition, the natatory-pursuit type fish that fed on small size demersal fish could not be observed in this region. Thus a linage of feeding like copepods, copepod feeding group and fish feeding group of pursuit type seemed not to exist in the Yellow Sea Association.

Distributional overlap among fishes within the same feeding group category was examined, and high overlapping was recognized among fishes with higher similarity in food composition observed in stomach contents as well as among fishes closer taxonomically.

Analysis of interspecific relations with the rank order of feeding in fishes:

Interspecific food relations of fishes was examined with the rank order of feeding prescribed based on the composition of ingested food in weight. To determine the composition of ingested food in weight, the average body weight for each species of the net collection was applied to the food composition in number for minute organisms such as copepods, and for fishes and cephalopods the average body weight restored was applied (Suppl. table 3-2). The food composition thus determined was further weighted with the conversion ratio for each ingested species that was evaluated according to significance of the species as food, when compared with copepods and detritus. Stomach contents were totally evaluated by the food composition thus converted to give the rank order of feeding among fishes for each association. On the other side, the inhabiting layer of food organisms for each species was defined with the relative frequency of 2 groups categorized as the off-bottom and the on-bottom benthic group.

The interspecific mutuality was graphically represented in both aspects of the rank order of feeding in fishes and the inhabiting layer of food organisms (Figs. 3-10～12). The mutuality thus represented could indicate the structure of association on basis of the prey-predator and the food competition relationship in fishes of the respective associations.

4. Effect of fishing on the association structure.

Changes in amount and species composition of food organisms according to stock level in demersal fish :

Stock size of demersal fish had been at high level during the late 1950's, and at considerably low level during the 1970's. Changes in amount and species composition of food organisms were examined between the year 1958 and 1974.

Stock estimation for the major fish species was made by computer simulation technique considering the catch amount and Ricker's spawner-recruitment relationship. Stock estimation for the other species was made based on both exploitation rate evaluated from the relation of catch trend to the available exploitation rate for major species and catch for each species estimated from statistical data for fish groups and fishing companys' landing records (Table 4-3). Relationship between body weight and stomach contents in weight was obtained with length-weight and length-stomach contents relationship in fish (Fig. 4-6 and 4-7). Feeding amount and feeding ratio at full stomach against body weight were estimated from the relationship between body weight and stomach contents in weight (Table 4-5).

Thus, feeding amount at full stomach for each food item was evaluated for each fish species based on the stock estimate, the feeding ratio at full stomach and the ingested food composition in weight (Suppl. table 4-3).

It was considered that the total amount of food organisms consumed by demersal fishes as the target species of trawl fishery decreased down to approximately 30% in 1974 compared with 1958. Those food organisms not consumed, or "surplus food organisms", included small size fish as consumers. And, the food amount consumed by such small size fish was evaluated in relation to the surplus food organisms.

Small size fish being counsumer as well as food organism (prey fish) fed on minutefood organisms in significantly high percentage, compared with the larger size demersal fish. In the case of copepods, the surplus prey fish consumed double or more of the surplus amount. In other words, decrease of stock size in demersal fish brought about not only quantitative change of stock but also change in species composition of food organisms.

Analysis of interspecific relations based on catch trend by fishes :

Considerable decreasing trend of the stock density due to fishing activity was indicated for almost all demersal fishes in these waters. Based on catch trends, changes of interspecific relations according to the decrease of stock density were examined for fishes in each category of competitive relation, prey-predator relation and mutual independence.

As for the competitive relation, the following 3 groups of fishes were examined, group of croakers (*Pseudosciaena polyactis*, *Atrobucca nibe* and *Argyrosomus argentatus*) ; butter fishes (*Psenopsis anomala* and *Pampus argenteus*) ; lizard fishes and sharp toothed eel (*Saurida wanieso*, *S. elongata* and *Muraenesox cinereus*). The case of croakers showed that catch trend differed between competitive species, i. e., considerable decrease in catch was seen for the yellow and the black croaker in recent years with dome-shaped catch trend, while such a decrease was not seen for the competitor species white croaker. Similarly, those contrastive catch trends between competitive species were seen for butter fishes and, lizard fishes and sharp-toothed eel. The above might suggest that the decrease of stock of competitor species was of benefit to the rival species. However, such changes caused by competion, as expansion of distribution and increase of abundance in rival species, were not definitely recognized from further examination on catch fluctuation for each area.

As for the prey-predator relation, examination was made on croakers as prey and lizard fishes

and sharp-toothed eel as predator that fed on young croakers. Dome-shaped catch trend was observed for both prey and predator species, and definite effect of fishing activity on prey-predator relation was not suggested.

As for the mutual independence, plankton feeding group and benthos feeding group were examined. Similar catch trends were seen for fishes of both groups, and effects of fishing on interspecific relation were not recognizable.

As a conclusion, the examination of catch trends in commercial fishery did not give the solid evidence that changes of stock density affected interspecific interaction. Commercial catch trends may reflect directly the strength of fishery rather than change the interspecific interaction.

文　献

1）阿部宗明 1963：原色魚類検索図鑑．初版，358pp．北隆館，東京．

2）青山恒夫 1956：食性調査について．特に東海黄海産底魚類の食性調査結果に基いて．（水産資源研究談話会資料），26pp．，西海区水産研究所資源部，（謄写）．

3）東 昭 1980：生物の泳法．232pp．，講談社，東京．

4）東 昭 1983：魚類遊泳のメカニズム．海洋科学，**15**（4），199-202．

5）東 幹夫・畔田正格・三丸和明 1983：志々伎湾におけるマダイ若魚と共存魚種との食物をめぐる種間関係．西水研研報，（59），101-118．

6）畔田正格・池本麗子・首藤宏幸・東 幹夫 1983：志々伎湾における ネンブツダイの 摂餌生態 — マダイ当歳魚との関係を中心として．西水研研報，（59），85-99．

7）R. W. Blake 1983：Fish Locomotion. Cambridge Univ. Press, 208pp.

8）朱 元鼎（主編）1963：東海魚類誌．642pp．，科学出版社，北京．

9）藤田矢郎 1967：フグ．養魚各論，525-543，恒星社厚生閣，東京．

10）古河太郎 1977：聴覚．改訂増補魚類生理，491-512，恒星社厚生閣，東京．

11）濱田律子 1975：東シナ海・黄海における主要底魚類の成長および成熟の経年変化に関する研究— Ⅱ．タチウオの成長の経年変化．西水研研報，（47），73-79．

12）浜井生三 1955：群集係数による群集の層化について．日生態会誌，**4**（4），171-175．

13）花岡 資 1977：魚類群集の構造と生産．「海の生物群集と生産」（西沢敏ほか編），311-364，畑中正吉教授退官記念事業会，仙台市．

14）原 俊昭 1977：嗅覚．「魚類生理」（川本信之編），428-450，恒星社厚生閣，東京．

15）畑中正吉 1977：索餌．魚類生理学，160-176，恒星社厚生閣，東京．

16）畑中正吉 1954：底棲魚類の集団解析について．日生態会誌，**4**（3），133-136．

17）林 知夫・山口義昭 1960：魚食性底魚類の食性に関する研究．113pp．，農林水産技術会議事務局，東京．

18）L. B. Holthuis 1980：FAO Species catalogue Vol. 1. Shrimps and prawns of world. An notated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish. Synop.*,（125），1,261 pp.，FAO, Rome.

19）堀田秀之 1961：日本産硬骨魚類の食性に関する研究．155pp．，農林水産技術会議事務局，東京．

20）池田郁夫 1957：資源の生物的研究 Ⅵ 食性の問題．東海・黄海における底魚資源の研究，（4），70-79．

21）今岡要二郎 1972：日本海西南海域およびその周辺海域産ムシガレイの漁業生物学的研究— Ⅲ．食性について，西水研研報，（42），71-90．

22）石渡直典 1978．魚の飽食量の基準．水産増殖，**26**（3），103-108．

23）岩井 保 1971：魚学概論．228pp．，恒星社厚生閣，東京．

24）T. Iwai, 1956：Anatomy of the pharyneal pocket of the Japanese gizzard shad, *Konosirus punctatus*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **22**（1），9-11．

25）岩井 保 1972：仔魚の摂食について．うみ，10（2），日仏海洋学会誌．

26）B. C. Ивлев 1955：〔児玉康雄・吉原友吉共訳 1965：B. C. イブレフ著 魚類の栄養生態学— 魚の摂餌についての実験生態学—．261 pp．，科学文献刊行会，米子市．〕

27）R. Jones 1974：The rate of elimination of food from the stomachs of haddock *Melanogrammus aeglefinus*, cod *Gadus morhuaand* whiting *Merlangius merlangus*. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, **15**（3），225-243．

28）加福竹一郎 1958：日本産フナ種族，特にその消化管の構造について．淡水研報，**1**（1），41-56．

29）川本信之 1959：魚類生理生態学．水産学全集，13，245pp．，恒星社厚生閣，東京．

30）川崎 健 1977：漁業資源研究と群集理論．「海

の生物群集と生産」（西沢敏ほか編），365-428. 畑中正吉教授退官記念事業会，仙台市.

31）木部崎修　1960：東海・黄海漁場の底魚資源構造とその管理のための基礎研究．東海・黄海における底魚資源の研究，(5)，1-212.

32）T. Kikuchi　1966：An ecological study on animal communities of the *Zoostera marina* in Tomioka Bay, Amakusa, Kyushu. Publ. *Amakusa Mar. Biol. Lab.*, **1** (1)，1-106.

33）S. Kimoto　1969：Some quantitative analysis on the chrysomelid fauna of the Ryukyu Archipelago. *Esakia*, (6)，27-54.

34）木元新作　1976：動物群集研究法Ⅰ．一多様性と種類組成一．生態学研究法講座14，192pp.，共立出版，東京.

35）I. Kubo　1949：Studies on penaeids of Japanese and its adjacent waters. *J. Tokyo Coll. Fish.*, 36，1-467.

36）T. Laevastu and H. A. Larkins 1981：Marine Fisheries Ecosystem. 162pp, Fishing New Book Ltd. Surrey.

37）C. C. Lindesy　1978：Form, function and locomortory habits in fish. Fish Physiology, Ⅶ, 100pp., Academic Press, New York.

38）劉　瑞玉　1955：中国北部的経済蝦類．第1版，73pp.，図版 24p.，科学出版社，北京.

39）真子　渉　1956：東海・黄海における底魚群集の研究Ⅰ．トロールによる漁獲物組成の変遷．日生態会，**6** (1)，28-32.

40）松原喜代松・落合　明・岩井　保　1965：魚類学（上），324pp.，恒星社厚生閣，東京.

41）――　1955：魚類の形態と検索．Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，初版，1606pp.，石崎書店，東京.

42）松浦修平　1972：マダイ卵巣卵の成熟過程と産卵数，九大農学芸誌，**26** (1-4)，203-215.

43）三尾真一　1975：東シナ海・黄海における主要底魚類の成長および成熟の経年変化に関する研究一Ⅰ．キグチの成長と成熟の経年変化．西水研研報，(47)，51-72.

44）――・篠原富美子　1978：摂餌生態に基づく底魚類の群集構造の研究一Ⅰ．群集区分および捕食系列について．昭和53年度漁業資源研究会議西日本底魚部会会議報告，6-19.

45）　　1984：底魚群集と餌生物との量的関係．昭和58年度漁業資源研究会議西日本底魚部会会議報告，1-68.

46）三柄　寛　1964：東シナ海・黄海産タチウオの漁業生物学的研究．西水研研報，(32)，1-57.

47）三宅貞祥　1982：原色日本大型甲殻類（Ⅰ）．初版，261pp.，保育社，大阪.

48）　――　1983：原色日本大型甲殻類（Ⅱ）．初版，261pp.，保育社，大阪.

49）M. Morisita　1959：Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ.* Ser. E. (Biol.)，**3** (1)，65-80.

50）中井甚二郎　1938：マイワシ　*Sardina melanosticta* (T. & S.) の鰓耙の構造と食餌との関係に就いて．水産研究誌，**33** (12)，

51）野中英夫（旧姓，大滝）　1956：ハモ属の資源生物学的研究　Ⅱ．ハモ　*Muraenesox sinereus* の食性．日水誌，**22** (2)，28-32.

52）中嶋國重・真道重明　1974：魚種組成に基づく東シナ海・黄海産底魚類の漁場区分について．西水研研報，(44)，1-26.

53）梨本勝昭　1983：魚類の遊泳速度と尾部の振動数．海洋科学，**15** (4)，184-188.

54）日本魚類学会（編）　1981：日本産魚名大辞典．初版，834pp.，三省堂，東京.

55）D. L. G. Noakes (Ed.) 1983：Predators and Prey in Fishes. 228pp.. Hague.

56）落合　明　1968：魚類生態学．139pp. 蒼洋社，東京.

57）岡田啓介　1965：黄海産若齢マダイの摂餌生態について．日水誌，**31** (12)，999-1005.

58）――　1974：東シナ海・黄海産マダイの漁業生物学的研究．西水研研報，(44)，49-185.

59）　　1970：東シナ海に生息するハモの摂餌生態についての2・3の考察．西水研研報，(38)，131-146.

60）岡田　要（監修）　1981：新日本動物図鑑（上・中・下）第四版，北隆館，東京.

61）岡田立三郎・久新健一郎　1955：マエソの研究．西水研研報，(7)，93-125.

62) 奥野忠一・芳賀敏郎・矢野敬二・奥野千恵子・橋本茂司・古河陽子 1976：続多変量解析法．299 pp.，日科技連出版社，東京．
63) 奥谷喬司 1973：日本近海産十腕形頭足類（イカ類）分類・同定の手引．東海水研報，(74)，83-111．
64) ——— 1975："日本近海産十腕形頭足類（イカ類）分類・同定の手引"の追補・訂正．東海水研報，(83)，41-44．
65) ——— 1980：新・世界有用イカ類図鑑．65pp.，全国いか加工業協同組合，東京．
66) 大森迪夫 1975：仙台湾における底魚の生産構造に関する研究—Ⅱ．生息場および食物をめぐる魚種間の関係．日水誌，**41** (6)，615-629．
67) ——— 1978：仙台湾における底魚の生産構造に関する研究—Ⅲ．環境条件の異なる海域間の魚類相の比較．西水研研報，(52)，91-129．
68) ——— 1979：仙台湾における底魚の生産構造に関する研究—Ⅳ．底魚群集の生産構造．西水研研報，(52)，131-168．
69) J. G. Pope 1972：An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Inst. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull.* (9)，65-74．
70) W. E. Ricker 1975：Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*，(191)，1-382．
71) 最首光三・小嶋喜久雄 1960：東海・黄海における底棲魚類の生態—Ⅲ，種間関係について．西水研研報，(19)，37-107．
72) ——— 1964：以西漁業資源における Community 研究について．底魚資源調査研究連絡，(52)，24-32．
73) ———・最首とみ子・中島国重・中島純子 1965：東シナ海・黄海産ホウボウの食性．西水研研報，(33)，49-50．
74) ———・最首とみ子 1965：東シナ海・黄海産底魚類における消化器官の２・３の形質の地理的変異と population の問題．西水研研報，(33)，61-98．
75) ——— 1974：黄海産マダイの再生産曲線について．西水研研報，(44)，27-33．
76) ——— ・池本麗子 1970：ワニエソ東シナ海群の再生産曲線について．西水研研報，(38)，41-59．
77) ——— 1973：東シナ海産レンコダイ資源の再生産曲線について．西水研研報，(43)，1-22．
78) ——— 1968：東シナ海産クログチの再生産曲線について．日生態会誌，**18** (1)，32-39．
79) ——— 1970：東シナ海産キグチ江蘇群の再生産曲線について．日生態会誌，**20** (1)，31-39．
80) ——— 1968：東シナ海産クログチ及びシログチの再生産関係と２種の種間関係について，漁業資源研究会議報，(8)，58-62．
81) ———・小嶋喜久雄 1960：東海・黄海のおける底魚類の生態—Ⅰ，垂直移動ついて．西水研研報，(19)，1-24．
82) ——— 1960：東海・黄海における底棲魚類の生態—Ⅱ，群性について．西水研研報，(19)，25-36．
83) ——— 1963：黄海・東シナ海における底棲底魚類の空間占拠関係—競争と捕食について．西水研研報，(26)，1-164．
84) 佐藤 栄 1964：Community 研究に関する最首の意見に対するメモ．底魚資源調査研究連絡，(28)，46-51．
85) 佐藤光夫 1936：魚類の觸鬚に関する研究Ⅰ．組織学的観察．植物及動物，**4** (9)，85-93．
86) 千田哲資 1983：魚類の遊泳研究前史．海洋科学．**15** (4)，180-183．
87) 椎野季雄 1964：節足動物（Ⅰ）総説・甲殻類．動物系統分類学．**7**（上），312pp.，中山書店，東京．
88) C. Shingu 1962：On the maturity and the spawning of white croaker and yellow croaker. *Record of Oceanographic Works in Japan.* (Special number 6)，65-72．
89) 篠原富美子 1979：東シナ海・黄海における主要底魚類の成長および成熟の経年変化に関する研究—Ⅲ．ハモの成長と成熟の経年変化．西水研研報，(47)，80-90．
90) 代田昭彦 1978：魚類稚仔期の口径に関する研究Ⅱ．日水誌，**44** (11)，1171-1177．
91) ——— 1978：魚類稚仔期の口径に関する研究

Ⅲ. 日水誌, **44** (11), 1179-1182.

92) 白石芳一・高木正造　1955：日光湯の湖産マス類の食性よりみた生態と形態との関係について. 淡水研報, **5** (1), 11-30.

93) Y. Suyehiro　1942：A study of the digestive system and feeding habits of fish. *Jap. Jour. Zool.*, **10** (1), 1-303.

94) 末広恭雄　1935：魚類の消化系の発達と食性の変化に就いて（予報）. 動雑, **47** (560), 346-352.

95) ———　1960：改訂魚類学. 349pp., 岩波書店, 東京.

96) 田川　勝　1978：摂餌生態に基づく底魚類の群集構造の研究—Ⅲ. 摂餌生態に関する研究, 昭和53年度漁業資源研究会議西日本底魚部会会議報告, 33-45.

97) ———・篠原富美子　1982：東海産底魚類の生産環境と胃内容物の関係について. 昭和56年度漁業資源研究会議西日本底魚部会会議報告, 47-56.

98) ———・———　1984：底魚類の摂餌に関する順位に基づく種間関係. 昭和58年度漁業資源研究会議西日本底魚部会会議報告, 53-60.

99) ———　1984：東シナ海・黄海の底魚類および生物環境調査（昭和55年度第6次調査）. 陽光丸調査研究報告 (5), 99-164.

100) 高橋善弥　1962：瀬戸内海とその隣接海域産硬骨魚類の脊梁構造による種の査定のための研究. 内海水研報, (16), 1-179.

101) 武田正倫　1982：原色甲殻類検索図鑑. 初版, 284pp., 北隆館, 東京.

102) 拓植秀臣・島村初太郎　1977：中枢神経系.「魚類生理」(川本信之編), 388-427. 恒星社厚生閣, 東京.

103) ———・内橋　潔・島村初太郎　1968：日本産魚類脳図鑑. 初版, 240pp. 築地書館, 東京.

104) 田村　保　1977：視覚.「魚類生理」(川本信之編), 451-479. 恒星社厚生閣, 東京.

105) ———　1963：魚の目の機能の研究方法. 日水誌, **29** (1), 75-89.

106) 田中昌一　1977：水棲生物群集のモデル.「海の生物群集と生産」(西沢敏ほか編), 429-515, 畑中正吉教授退官記念事業会, 仙台市.

107) 多々良薫・山口義昭・林　知夫　1962：脊椎骨椎体長による体長体重復原のための研究. 内海水研報, (16), 199-228.

108) 塚元勝巳　1975：魚類の遊泳運動. 海洋科学, **15** (4), 174-179.

109) K. Tukamoto, T. Kajihara and M. Nishiwaki　1975：Swimming ability of fish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **41** (2), 167-174.

110) A. V. Tyler　1972：Food resource division among northern, marine, demersal fishes. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 29, 997-1003.

111) 梅津武司　1977：幽門垂.「魚類生理」(川本信之編), 388-427. 恒星社厚生閣, 東京.

112) 内橋　潔　1953：脳髄の形態よりみた日本産硬骨魚類の生態学的研究. 日水研報, (2), 1-166.

113) 内田恵太郎　1930：魚類　円口類　頭索類. 岩波講座,「岩波講座生物学」, 118pp., 岩波書店, 東京.

114) 山田梅芳　1971：東シナ海に生息するタチウオの生殖生態の変化. 西水研研報, (41), 63-81.

115) ———・田川　勝・真子　渺　1966：東シナ海に生息するワニエソの摂餌生態. 西水研研報 (34), 11-25.

116) ———　1978：摂餌生態に基づく底魚類の群集構造の研究—Ⅱ. 形態的構造. 昭和53年度漁業資源研究会議西日本底魚部会会議報告, 20-32.

117) ———　1983：摂餌に関する諸形態の比較. 昭和57年度漁業資源研究会議西日本底魚部会会議報告, 69-82.

118) 山本護太郎　1977：底生生物群集.「海の生物群集と生産」(西沢敏ほか編), 269-310. 畑中正吉教授退官記念事業会, 仙台市.

119) 山下秀夫　1957：九州西海域に於るイワシ, アジ及びサバの腸型と食餌の関係について. 西水研研報, (11), 55-68.

120) 横田滝雄・通山正弘・金井富久子・野村星二　1961：魚類の食性の研究. 南水研研報, (14), 1-234.

Suppl. table 1-1. 採集標本の種名表
Name list of the specimens collected.

Species number	和名 Japanese name	Scientific name
	(魚 類)	(PISCES)
1	アイナメ	*Hexagrammos otakii* Jordan et Starks
2	アイブリ	*Zonichthys nigrofasciatus* (Rüppell)
3	アオミシマ	*Gnathagnus elongatus* (Temminck et Schlegel)
4	アオヤガラ	*Fistularia petimba* Lacepède
5	アカアマダイ	*Branchiostegus japonicus* (Houttuyn)
6	アカエイ	*Dasyatis akajei* (Müller et Henle)
7	アカエソ属	*Synodus* sp.
8	アカウオ	*Ctenotrypauchen wakae* (Jordan et Snyder)
9	アカカマス	*Sphyraena pinguis* Günther
10	アカグツ	*Halieutaea stellata* (Vahl)
11	アカゴチ	*Bembras japonicus* Cuvier
12	アカシュモクザメ	*Sphyrna lewini* (Griffith et Smith)
13	アカタチ科	Cepolidae sp.
14	アカハゼ	*Chaeturichthys hexanema* Bleeker
15	アカムツ	*Doederleinia berycoides* (Hilgendorf)
16	アカヤガラ	*Fistularia commersonii* Rüppell
17	アシロ科	Ophidiidae sp.
18	アジ科	Carangidae sp.
19	アナゴ科	Congridae sp.
20	アブオコゼ	*Erisphex potti* (Steindachner)
21	アブラグチ	*Wak tingi* (Tang)
22	アラ	*Niphon spinosus* Cuvier
23	アンコウ	*Lophiomus setigerus* (Vahl)
24	アンコウ科	Lophiidae spp.
25	イイジマダルガマレイ属	*Psettina* sp.
26	イカナゴ	*Ammodytes personatus* Girard
27	イゴダカホデリ	*Lepidotrigla alata* (Houttuyn)
28	イサキ	*Parapristipoma trilineatum* (Thunberg)
29	イサゴガンギエイ	*Raja hollandi* Jordan et Richardson
30	イザリウオ	*Phrynelox tridens* (Temminck et Schlegel)
31	イザリウオ属	*Phrynelox* sp.
32	イシガレイ	*Kareius bicoloratus* (Basilewsky)
33	イズカサゴ	*Scorpaena izensis* Jordan et Starks
34	イソキホウボウ	*Satyrichthys rieffeli* (Kaup)
35	イトマキエイ科	Mobulidae sp.
36	イトマキフグ	*Kentrocapros aculeatus* (Houttuyn)
37	イトヨリダイ	*Nemipterus virgatus* (Houttuyn)
38	イヌノシタ	*Cynoglossus robustus* Günther
39	イネゴチ	*Cociella crocodila* (Tilesius)
40	イボダイ	*Psenopsis anomala* (Temminck et Schlegel)
41	イワハダカ	*Benthosema pterotum* (Alcock)
42	インドアイノコイワシ	*Stolephorus indicus* (Van Hasselt)
43	インドアカタチ	*Acanthocepola indica* (Day)
44	ウシノシタ科	Cynoglossidae sp.
45	ウスバハギ	*Aluterus monoceros* (Linnaeus)
46	ウチワザメ	*Platyrhina sinensis* (Bloch et Schneider)

Species number	和名 Japanese name	Scientific name
47	ウツボ科	Muraenidae spp.
48	ウナギ目	Anguilliformes sp.
49	ウバゴチ	*Parabembras curtus* (Temminck et Schlegel)
50	ウマヅラハギ	*Navodon modestus* (Günther)
51	ウミヘビ科	Ophichthidae sp.
52	ウルメイワシ	*Etrumeus teres* (DeKay)
53	エイ目	Rajiformes spp.
54	エソ科	Synodontidae sp.
55	オオセ	*Orectolobus japonicus* Regan
56	オオメハタ	*Malakichthys griseus* Döderlein
57	オキエソ	*Trachinocephalus myops* (Bloch et Schneider)
58	オキヒイラギ	*Leiognathus rivulatus* (Temminck et Schlegel)
59	オニオコゼ科	Synanceiidae sp.
60	オニカサゴ	*Scorpaenopsis cirrhosa* (Thunberg)
61	オニカナガシラ	*Lepidotrigla kishinouyei* Snyder
62	オニゴチ	*Onigocia spinosa* (Temminck et Schlegel)
63	オビウシノシタ	*Zebrias fasciatus* (Basilewsky)
64	カイワリ	*Caranx equula* Temminck et Schlegel
65	カガミダイ	*Zenopsis nebulosa* (Temminck et Schlegel)
66	カサゴ	*Sebastiscus marmoratus* (Cuvier)
67	カジカ科	Cottidae sp.
68	カスザメ	*Squatina japonica* Bleeker
69	カタクチイワシ	*Engraulis japonica* (Houttuyn)
70	カナガシラ	*Lepidotrigla microptera* Günther
71	カナガシラ属	*Lepidotrigla* sp.
72	カナド	*Lepidotrigla guntheri* Hilgendorf
73	カナフグ	*Lagocephalus laevigatus inermis* (Temminck et Schlegel)
74	カラス	*Takifugu pseudommus* (Chu)
75	カレイ目	Pleuronectiformes sp.
76	カワビシャ	*Histiopterus typus* Temminch et Schlegel
77	カワハギ科	Monacanthidae sp.
78	カンダリ	*Collichthys lucidus* (Richardson)
79	ガンギエイ	*Raja kenojei* Müller et Henle
80	ガンギエイ属	*Raja* spp.
81	ガンゾウビラメ	*Pseudorhombus cinnamoneus* (Temminck et Schlegel)
82	カンムリダチ	*Tentoriceps cristatus* (Klunzinger)
83	キアンコウ	*Lophius litulon* (Jordan)
84	キグチ	*Pseudosciaena polyactis* Bleeker
85	キダイ(レンコダイ)	*Dentex tumifrons* (Temminck et Schlegel)
86	キントキダイ	*Priacanthus macracanthus* Cuvier
87	ギンポ	*Enedrias nebulosus* (Temminck et Schlegel)
88	クサウオ	*Liparis tanakae* (Gilbert et Burke)
89	クラカケトラギス	*Parapercis sexfasciata* (Temminck et Schlegel)
90	クルマダイ	*Pristigenys niphonia* (Cuvier)
91	クロアジモドキ	*Parastromateus niger* (Bloch)
92	クロウシノシタ	*Paraplagusia japonica* (Temminck et Schlegel)
93	クログチ	*Atrobucca nibe* (Jordan et Thompson)
94	クロサバフグ	*Lagocephalus lunaris gloveris* Abe et Tabeta
95	クロソイ	*Sebastes schlegeli* Hilgendorf

Suppl. table 1–1. Continued.

Species number	和名 Japanese name	Scientific name
96	クロダイ	*Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker)
97	クロタチカマス	*Gempylus serpens* Cuvier
98	クロメクラウナギ	*Paramyxine atami* Dean
99	ケムシカジカ	*Hemitripterus americanus villosus* (Pallas)
100	ゲンコ	*Cynoglossus interruptus* Günther
101	ゲンロクダイ	*Chaetodon modestus* Temminck et Schlegel
102	コイチ	*Nibea albiflora* (Richardson)
103	コウベダルマガレイ	*Crossorhombus kobensis* (Jordan et Starks)
104	コウライガジ	*Zoarces gillii* Jordan et Starks
105	コウライアカシタビラメ	*Cynoglossus abbreviatus* (Gray)
106	コウライマナガツオ	*Pampus echinogaster* (Basilewsky)
107	コケビラメ	*Citharoides macrolepidotus* Hubbs
108	コショウダイ	*Plectorhynchus cinctus* (Temminck et Schlegel)
109	コチ	*Platycephalus indicus* (Linnaeus)
110	コチ科	Platycephalidae sp.
111	コニベ	*Johnius belengerii* (Cuvier)
112	コノシロ	*Clupanodon punctatus* (Temminck et Schlegel)
113	コモチジャコ	*Chaeturichthys sciistius* Jordan et Snyder
114	ゴマニベ	*Nibea diacanthus* Lacepède
115	ゴテンアナゴ	*Anago anago* (Temminck et Schlegel)
116	ゴンズイ	*Plotosus lineatus* (Thunberg)
117	コンニャクウオ	*Careproctus pycnosoma* Gilbert et Burke
118	サイウオ	*Bregmaceros japonicus* Tanaka
119	サカタザメ	*Rhinobatos schlegelii* Müller et Henle
120	サツオミシマ	*Ichthyscopus lebeck* (Bloch et Schneider)
121	サラサハギ	*Navodon tessellatus* (Günther)
122	サワラ	*Scomberomorus niphonius* (Cuvier)
123	シオイタチウオ	*Naobythites sivicola* (Jordan et Snyder)
124	シビレエイ	*Narke japonica* (Temminck et Schlegel)
125	シマフグ	*Takifugu xanthopterus* (Temminck et Schlegel)
126	シマネコザメ	*Heterodontus zebra* (Gray)
127	シラウオ	*Salangichthys microdon* Bleeker
128	シロアマダイ	*Branchiostegus albus* Dooley
129	シロギス	*Sillago japonica* Temminck et Schlegel
130	シログチ	*Argyrosomus argentatus* (Houttuyn)
131	シロザメ	*Mustelus griseus* Pietschmann
132	スギ	*Rachycentron canadum* (Linnaeus)
133	スズキ	*Lateolabrax japonicus* (Cuvier)
134	スズハモ	*Muraenesox bagio* (Hamilton)
135	スズメダイ	*Chromis notata* (Temminck et Schlegel)
136	スミクイウオ	*Synagrops japonicus* (Steindachner et Döderlein)
137	セトウシノシ	*Pseudaesopia japonica* (Bleeker)
138	セトダイ	*Hapalogenys mucronatus* (Eydoux et Souleyet)
139	セトダイ属	*Hapalogenys* sp.
140	セトミノカサゴ	*Parapterois heterurus* (Bleeker)
141	ソウハチ	*Cleisthenes pinetorum herzensteini* (Schmidt)
142	ソコカナガシラ	*Lepidotrigla sbyssalis* Jordan et Starks
143	ソコハリゴチ	*Hoplichthys gilberti* Jordan et Richardson
144	タチウオ	*Trichiurus lepturus* Linnaeus

Species number	和名 Japanese name	Scientific name
145	タマガンゾウビラメ	*Pseudorhombus pentophthalmus* Günter
146	ダルマガレイ	*Engyprosopon grandisquama* (Temminck et Schlegel)
147	ダルマガレイ科	Bothidae sp.
148	チカメキントキ	*Priacanthus boops* (Bloch et Schneider)
149	チョウセンエツ	*Coilia ectenes* Jordan et Seale
150	チョウチョウエソ	*Synodus macrops* Tanaka
151	ツノザメ属	*Squalus* sp.
152	ツバクロエイ	*Gymnura japonica* (Temminck et Schlegel)
153	ツマリエツ	*Setipinna taty* (Cuvier et Varenciennes)
154	ツマリツノザメ	*Squalus brevirostris* Tanaka
155	テッポウイシモチ	*Apogon kiensis* Jordan et Snyder
156	テナガミズテング	*Harpadon nehereus* (Hamilton)
157	テンジクダイ	*Apogon lineatus* (Temminck et Schlegel)
158	トカゲエソ	*Saurida elongata* (Temminck et Schlegel)
159	トゲカナガシラ	*Lepidotrigla japonica* (Bleeker)
160	トビササウシノシタ	*Aseraggodes kobensis* (Steindachner)
161	トラザメ	*Scyliorhinus torazame* (Tanaka)
162	トラザメ科	Scyliorhinidae sp.
163	トラフグ	*Takifugu rubripes* (Temminck et Schlegel)
164	ドチザメ	*Triakis scyllia* Müller et Henle
165	ナガサキトラザメ	*Halaelurus buergeri*(Müller et Henle)
166	ナガダルマガレイ属	*Arnoglossus* sp.
167	ナシフグ	*Takifugu radiatus* (Abe)
168	ニシン	*Clupea pallasi* Valenciennes
169	ニラミオコゼ	*Uranoscopus oligolepis* Bleeker
170	ニベ科	Sciaenidae sp.
171	ネズッポ	*Callionymus lunatus* Temminck et Schlegel
172	ネズッポ科	Callionymidae sp.
173	ネズミギス	*Gonorynchus abbreviatus* Temminck et Schlegel
174	ネズミゴチ	*Callionymus punctatus* Richardson
175	ネズミザメ目	Lamniformes sp.
176	ネンブツダイ	*Apogon semilineatus* Temminck et Schlegel
177	ハオコゼ	*Hypodytes rubripinnis* (Temminck et Schlegel)
178	ハガツオ	*Sarda orientalis* (Temminck et Schlegel)
179	ハゼ科	Gobiidae sp.
180	ハタタテヌメリ	*Callionymus flagris* Jordan et Fowler
181	ハチ	*Apistus carinatus* (Bloch et Schneider)
182	ハナアナゴ	*Alloconger anagoides* (Bleeker)
183	ハモ	*Muraenesox cinereus* (Forsskál)
184	ババガレイ	*Microstomus achne* (Jordan et Starks)
185	ヒゲソリダイ	*Hapalogenys nitens* Richardson
186	ヒメ	*Aulopus japonicus* Günther
187	ヒメオコゼ	*Minous monodactylus* (Bloch et Schneider)
188	ヒメコダイ	*Chelidoperca hirundinacea* (Valenciennes)
189	ヒメジ	*Upeneus bensasi* (Temminck et Schlegel)
190	ヒメジ科	Mullidae sp.
191	ヒメスミクイウオ	*Synagrops philippinensis* (Günther)
192	ヒョウザメ	*Proscyllium habereri* (Hilgendorf)
193	ヒラ	*Ilisha elongata* (Bennett)

Suppl. table 1–1. Continued.

Species number	和名 Japanese name	Scientific cname
194	ヒラ属	*Ilisha* sp.
195	ヒラメ	*Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel)
196	ヒラメ科	Paralichthyidae sp.
197	ヒレグロ	*Glyptocephalus stelleri* (Schmidt)
198	ヒレジロアナゴ	*Meadia abyssale* (Kamohara)
199	ヒレコダイ	*Evynnis cardinalis* (Lacepède)
200	フウセイ	*Pseudosciaena crocea* (Richardson)
201	フグ科	Tetraodontidae spp.
202	フサアンコウ	*Chaunax fimbriatus* Hilgendorf
203	フサイタチウオ科	Bythitidae sp.
204	フサカサゴ科	Scorpaenidae sp.
205	ベニカワムキ	*Triacanthodes anomalus* (Temminck et Schlegel)
206	ベロガレイ	*Plagiopsetta glossa* Franz
207	ホウボウ	*Chelidonichthys spinosus* (McClelland)
208	ホウボウ科	Triglidae spp.
209	ホシガレイ	*Verasper variegatus* (Temminck et Schlegel)
210	ホシザメ	*Mustelus manazo* Bleeker
211	ホシザメ属	*Mustelus* sp.
212	ホシセミホウボウ	*Daicocus peterseni* (Nyström)
213	ホタルジャコ	*Acropoma japonicum* Günther
214	ホンニベ	*Miichthys miiuy* (Basilewsky)
215	マアジ	*Trachurus joponicus* (Temminck et Schlegel)
216	マアナゴ	*Conger myriaster* (Brevoort)
217	マエソ	*Saurida undosquamis* (Richardson)
218	マエソ属	*Saurida* spp.
219	マコガレイ	*Limanda yokohamae* (Günther)
220	マサバ	*Scomber japonicus* Houttuyn
221	マダイ	*Pagrus major* (Temminck et Schlegel)
222	マダラ	*Gadus macrocephalus* Tilesius
223	マツカサウオ	*Monocentris japonica* (Houttuyn)
224	マトイシモチ	*Apogon carinatus* Cuvier
225	マトウダイ	*Zeus japonicus* Valenciennes
226	マナガツオ	*Pampus argenteus* (Euphrasen)
227	マハタ	*Epinephelus septemfasciatus* (Thunberg)
228	マハタ属	*Epinephelus* sp.
229	マフグ	*Takifugu porphyreus* (Temminck et Schlegel)
230	マルアジ	*Decapterus maruadsi* (Temminck et Schlegel)
231	マルイボダイ	*Arioma indicus* (Day)
232	ミシマオコゼ	*Uranoscopus japonicus* Houttuyn
233	ムシガレイ	*Eopsetta grigorjewi* (Herzenstein)
234	ムラサキシタビラメ	*Cynoglossus trigrammus* Günther
235	メイタガレイ	*Pleuronichthys cornutus* (Temminck et Schlegel)
236	メクラウナギ	*Myxine garmani* Jordan et Snyder
237	メゴチ	*Suggrundus meerdervoorti* (Bleeker)
238	メブトカンダリ	*Collichthys niveatus* Jordan et Starks
239	モロ	*Decapterus lajang* Bleeker
240	ヤキインハゼ	*Chaeturichthys stigmatias* Richardson
241	ヤナギムシガレイ	*Tanakius kitaharai* (Jordan et Starks)
242	ヤマトカマス	*Sphyraena japonica* Cuvier

Species number	和名 Japanese name	Scientific name
243	ヤリガレイ属	*Laeops* sp.
244	ヤリヌメリ	*Callionymus doryssus* (Jordan et Fowler)
245	ヤリヒゲ	*Coelorhynchus multispinulosus* Katayama
246	ヨウジウオ	*Syngnathus schlegeli* Kaup
247	ヨロイイタチウオ	*Hoplobrotula armata* (Temminck et Schlegel)
248	レプトセファルス	leptocephalus
249	ワニエソ	*Saurida wanieso* Shindo et Yamada
250	ワニギス	*Champsodon snyderi* Franz
251	その他の魚種	Other fishes
	（軟体類）	(MOLLUSCA)
252	カミナリイカ	*Sepia* (*Acanthosepion*) *lycidas* Gray
253	トラフコウイカ	*Sepia* (*Acanthosepion*) *pharaonis* Ehrenberg
254	コウイカ	*Sepia* (*Platysepia*) *esculenta* Hoyle
255	コウイカ属の１種	*Sepia omani* Jam Mak Yue
256	ヒョウモンコウイカ	*Sepia* (*Doratosepion*) *pardalis* Sasaki
257	ヒメコウイカ	*Sepia* (*Doratosepion*) *kobiensis* Hoyle
258	エゾハリイカ	*Sepia* (*Doratosepion*) *andreana* Steenstrup
259	コウイカ属	*Sepia* sp.
260	シリヤケイカ	*Sepiella japonica* Sasaki
261	ミミイカ	*Euprymna morsei* Verrill
262	ダンゴイカ	*Sepiola birostrata* Sasaki
263	アオリイカ	*Sepioteuthis lessoniana* Lesson
264	ヤリイカ	*Loligo bleekeri* Keferstein
265	ケンサキイカ	*Loligo edulis edulis* Hoyle
266	ブドウイカ	*Loligo edulis budo* Wakiya et Ishikawa
267	ジンドウイカ	*Loligo* (*Nipponololigo*) *japonica* Hoyle
268	ヒメジンドウイカ	*Loligo* (*Nipponololigo*) *kobiensis* Hoyle
269	ジンドウイカ属	*Loligo* spp.
270	ナンヨウホタルイカ属	*Abralia armata* (Quoy et Gaimard)
271	スルメイカ	*Todarodes pacificus* Steenstrup
272	イカ類	Decapoda
273	マダコ	*Octopus vulgaris* Cuvier
274	イイダコ	*Octopus ocellatus* Gray
275	マダコ科	Octopodidae sp.
276	タコブネ	*Argonauta hians* [Lightfoot]
277	ヤツシロガイ	*Tonna luteostoma* (Küster)
278	オオビワガイ	*Ficus gracilis* (Sowerby)
279	チョウセンボラ	*Neptunea arthritica cumingii* (Crosse)
280	マユツクリガイ	*Siphonalia spadicea* (Reeve)
281	キセワタガイ	*Philine argentata* Gould
282	後鰓類	Opisthobranchia
283	イタヤガイ	*Pecten* (*Notovola*) *albicans* (Schröter)
284	アズマニシキ	*Chlamys farreri nipponensis* Kuroda
	（甲殻類）	(CRUSTACEA)
285	介形類	Ostracoda
286	かい脚類	Copepoda
287	完胸目	Thoracica
288	ロホガステル属の１種	*Lophogaster pacificus* Fage
289	アミ類	Mysidacea

Suppl. table 1-1. Continued.

Species number	和名 Japanese name	Scientific name
290	アミ類（小）	Mysidacea (Small)
291	アミ類（中）	Mysidacea (Middle)
292	アミ類（大）	Mysidacea (Large)
293	クマ目	Cumacea
294	等脚類	Isopoda
295	フナムシ科	Ligiidae sp.
296	端脚類	Amphipoda
297	ヨコエビ類	Gammaridea
298	クラゲノミ類	Hyperiidea
299	ワレカラ類	Caprellidea
300	オキアミ類	Euphausiacea
301	オキアミ類（大）	Euphausiacea (Large)
302	オキアミ類（小）	Euphausiacea (Small)
303	ツノナシオキアミ	*Euphausia pacifica* Hansen
304	コウダカクダヒゲエビ	*Solenocera choprai* Natarai
305	ヒゲナガクダヒゲエビ	*Solenocera koelbeli* De Man
306	クダヒゲエビ属	*Solenocera brevipes* Kubo
307	クダヒゲエビ属	*Solenocera melantho* De Man
308	クダヒゲエビ属	*Solenocera* spp.
309	メナガクルマエビ	*Atypopenaeus podophthalmus* (Stimpson)
310	マイマイエビ	*Atypopenaeus stenodactylus* (Stimpson)
311	クルマエビ	*Penaeus* (*Melicertus*) *japonicus* Bate
312	コウライエビ	*Penaeus* (*Fenneropenaeus*) *chinensis* (Osbeck)
313	シバエビ	*Metapenaeus joyneri* (Miers)
314	スベスベエビ	*Parapenaeopsis tenella* (Bate)
315	スベスベエビ属	*Parapenaeopsis hardwickii* (Miers)
316	サルエビ	*Trachypenaeus curvirostoris* (Stimpson)
317	サケエビ	*Parapenaeus fissurus* (Bate)
318	トゲサケエビ	*Parapenaeus lanceolatus* Kubo
319	アカエビ	*Metapenaeopsis barbata* (De Haan)
320	キシエビ	*Metapenaeopsis dalei* (Rathbun)
321	クロエビ	*Metapenaeopsis coniger* (Wood-Mason et Alcock)
322	アカエビ属	*Metapenaeopsis* sp.
323	イシエビ属	*Sicyonia* sp.
324	アキアミ	*Acetes japonicus* Kishinouye
325	ユメエビ亜科	Luciferinae spp.
326	ソコシラエビ	*Leptochela gracilis* Stimpson
327	マルソコシラエビ	*Leptochela aculeocaudata* Paulson
328	スジエビ属	*Palaemon* sp.
329	アカスジエビ	*Palaemon* (*Palaemon*) *gravieri* (Yu)
330	テナガエビ科	Palaemonidae sp.
331	トサカクレエビ	*Periclimenes* (*Harpilius*) *tosaensis* Kubo
332	テッポウエビ属	*Alpheus* sp.
333	テナガテッポウエビ	*Alpheus japonicus* Miers
334	モエビ科	Hippolytidae sp.
335	ヤマトモエビ	*Eualus leptognathus* (Stimpson)
336	トゲトゲモエビ	*Spirontocaris pectinfera* (Stimpson)
337	ヒラツノモエビ	*Latreutes planirostris* (De Haan)
338	ツノモエビ属	*Latreutes* sp.

Species number	和名 Japanese name	Scientific name
339	サヨエビ属	*Chlorotocus crassicornis* (Costa)
340	ジンケンエビ属	*Plesionika binoculus* (Bate)
341	ジンケンエビ属	*Plesionika* sp.
342	エビジャコ科	Crangonidae sp.
343	エビジャコ	*Crangon affinis* De Haan
344	トゲイワエビ	*Pontocaris habereri* Dofelein
345	コエビ類	Caridea
346	長尾類	Macrura
347	ミナミアカザエビ	*Metanephrops thomsoni* Bate
348	ショウグンエビ	*Enoplometopus occidentalis* (Randall)
349	ハコエビ	*Linuparus trigonus* (von Siebold)
350	イセエビ科	Palinuridae sp.
351	ヒメセミエビ属	*Scyllarus* sp.
352	ウチワエビ	*Ibacus ciliatus* (von Siebold)
353	アナジャコ科	Upogebiidae sp.
354	ガラテア科	Galatheidae spp.
355	ヤドカリ類	Paguridae
356	ケスジヤドカリ	*Dardanus arrosor* (Herbst)
357	カイカムリ	*Dromia dehaani* Rathubun
358	トラフカラッパ	*Calappa lophos* (Herbst)
359	コブシガニ科	Leucosiidae sp.
360	クモガニ科	Majidae sp.
361	ケセンガニ	*Oregonia gracilis* Dana
362	コシマガニ	*Leptomithrax edwardsii* (De Haan)
363	ヒラツメガニ	*Ovalipes punctatus* (De Haan)
364	ガザミ	*Portunus* (*Portunus*) *trituberculatus* (Miers)
365	ヒメガザミ	*Portunus* (*Xiphonectes*) *hastatoides* Fabricius
366	シマイシガニ	*Charybdis* (*Charybdis*) *feriata* (Linnaeus)
367	フタホシイシガニ	*Charybdis* (*Gonioneptunus*) *bimaculata* (Miers)
368	イシガニ属	*Charybdis* sp.
369	エンコウガニ	*Carcinoplax longimanus* (De Haan)
370	カニ類	Brachyura
371	ハナシャコ	*Odontodactylus japonicus* (De Haan)
372	アカシマホソユビシャコ	*Parasquilua haani* (Holthuis)
373	ミカドシャコ	*Kempina mikado* (Kemp et chopra)
374	シャコ	*Oratosquilla oratoria* (De Haan)
375	シャコ類	Stomatopoda
376	シャコ類（幼生）	Stomatopoda (Alima)
377	多毛類	Polychaeta spp.
	（毛顎類）	(CHAETOGNATHA)
378	ヤムシ属	*Sagitta* spp.
379	ヤムシ属A型	*Sagitta* spp. A Type
380	ヤムシ属B型	*Sagitta* spp. B Type
	（棘皮動物）	(ECHINODERMATA)
372	ウミシダ目	Comatulida
373	スナヒトデ科	Luididae sp.
374	モミジガイ科	Astropectinidae sp.
375	イトマキヒトデ科	Asterinidae spp.
376	オニヒトデ科	Acanthasteridae spp.

Suppl. table 1 1. Continued.

Species number	和名 Japanese name	Scientific name
377	ニチリンヒトデ科	Solasteridae spp.
378	ヒトデ科	Asteriidae spp.
379	テズルモズル科	Gorgonocephalidae sp.
380	クモヒトデ科	Ophiuridae spp.
381	ウニ類	Echinoidea
382	オオバフンウニ科	Strongylocentrotidae spp.
383	イモナマコ科	Molpadiidae sp.
384	カイメン類	Porifera
385	ウミエラ目	Pennatulacea
386	根口クラゲ科	Rhizostomae sp.
387	花虫類	Anthozoa
388	サルパ目	Thaliacea

Suppl. table 1-2. 採集地点別トロール操業記録
Record of trawl operations by sampling stations. mid: mid-water trawling

First sampling cruise

Trawling number			1	2	3	4	5	5 mid	6
Date			1972.2.7	2.7	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
Start of trawling	Time		12:10	16:19	07:17	13:18	17:20	18:50	23:58
	Position	N	31°-55.5′	31°-44.9′	27°-30.4′	27°-14.6′	27°-24.5′	27°-19.6′	27°-27.5′
		E	125°-36.5′	125°-56.8′	122°-43.2′	122°-07.4′	122°-05.0′	122°-02.3′	122°-22.0′
End of trawling	Time		13:10	17:17	08:17	14:18	18:20	19:20	01:00
	Position	N	31°-51.8′	31°-42.7′	27°-26.0′	27°-17.2′	27°-21.5′	27°-18.0′	27°-24.6′
		E	125°-36.7′	125°-57.5′	122°-44.5′	122°-07.1′	122°-02.1′	122°-01.8′	122°-21.2′
Block number			287	287	546	556	556	556	556
Depth		(m)	64	73	100	88	88	88	95
Surface temp.		(°C)	14.0	15.2	16.6	15.8	14.8	15.0	15.6

Trawling number			7	8	9	10	11	11mid	12
Date			2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.13
Start of trawling	Time		04:00	08:00	12:00	16:00	20:00	21:30	02:00
	Position	N	27°-25.8′	27°-23.8′	27°-22.5′	27°-23.3′	27°-25.6′	27°-23.8′	27°-19.5′
		E	122°29.0′	122°-26.0′	122°-23.5′	122°-22.5′	122°-26.0′	122°-22.5′	122°-23.1′
End of trawling	Time		05:00	09:00	13:00	17:00	21:10	22:07	03:00
	Position	N	27°-22.5′	27°-22.5′	27°-20.5′	27°-20.7′	27°-23.8′	27°-22.6′	27°-16.8′
		E	122°-27.2′	122°-22.2′	122°-19.0	122°-21.2′	122°-23.5′	122°-20.8′	122°-23.7′
Block number			556	556	556	556	556	556	546
Depth		(m)	94	96	90	93	96	90	89
Surface temp.		(°C)	15.0	16.2	15.9	16.0	15.8	15.9	16.0

Trawling number			13	13mid	14	15	16	16mid	17
Date			2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14
Start of trawling	Time		05:45	07:20	09:56	14:00	17:50	19:25	21:55
	Position	N	27°-27.0′	27°-13.0′	27°-26.0′	27°-26.2′	27°-26.3′	27°-23.5′	27°-23.5′
		E	122°-27.1′	122°-26.5′	122°-21.7′	122°-24.2′	122°-24.0′	122°-23.0′	122°-22.5′
End of trawling	Time		07:09	07:55	10:58	15:00	19:10	19:59	23:00
	Position	N	27°-23.8′	27°-22.0′	27°-23.7′	27°-22.2′	27°-25.0′	27°-22.0′	27°-25.0′
		E	122°-26.3′	122°-20.7′	122°-25.0′	122°-23.5′	122°-22.4′	122°-23.3′	122°-25.0′
Block number			556	556	556	556	556	556	556
Depth		(m)	98	102	95	94	94	92	
Surface temp.		(°C)	15.7	15.8	15.8	15.2	15.2	15.8	16.0

Suppl. table 1-2. Continued.

Trawling number			18	18mid	19	19mid	20	21	22
Date			2.15	2.15	2.15	2.15	2.16	2.16	2.16
Start of trawling	Time		07:00	08:25	18:00	19:15	06:58	11:00	14:55
	Position	N	28°-35.3′	28°-39.2′	28°-35.0′	28°-34.0′	28°-59.0′	29°-01.5′	29°-02.0′
		E	122°-42.3′	122°-44.9′	124°-05.0′	124°-10.0′	125°-41.0′	125°-30.0′	125°-32.2′
End of trawling	Time		08:00	08:55	19:00	19:53	08:00	12:25	15:58
	Position	N	28°-37.8′	28°-40.3′	28°-33.9′	28°-34.0′	28°-59.0′	29°-01.1′	28°-59.0′
		E	122°-44.7′	122°-45.3′	124°-07.0′	124°-12.0′	125°-44.0′	125°-33.8′	127°-37.0′
Block number			553	553	513	513	483	492	492
Depth		(m)	68	65	78	78	110	101	101
Surface temp.		(°C)	12.8	12.8	16.3	16.3	19.6	18.2	18.5

Trawling number			23	23mid	24	25	26	26mid	27
Date			2.16	2.16	2.16	2.17	2.17	2.17	2.17
Start of trawling	Time		18:58	20:30	23:00	03:00	07:00	08:33	18:00
	Position	N	29°-00.0′	28°-55.0′	28°-59.5′	28°-54.2′	29°-01.0′	28°-51.0′	29°-52.5′
		E	124°-34.0′	125°-38.8′	125°-34.0′	125°-41.0′	125°-30.5′	125°-35.5′	125°-30.5′
End of trawling	Time		19:58	21:00	24:00	04:00	08:00	09:00	19:00
	Position	N	28°-56.0′	28°-53.5′	28°-54.4′	28°-57.0′	28°-51.8′	28°-50.0′	29°-48.0′
		E	125°-38.8′	125°-40.2′	125°-44.8′	125°-36.4′	125°-35.5′	125°-37.8′	125°-31.0′
Block number			483	483	483	483	482	483	481
Depth		(m)	103	114	97	112	102	114	64
Surface temp.		(°C)	19.4	19.2	19.2	19.3	19.0		15.8

Trawling number			27mid	28	28mid	29	29mid	30	30mid
Date			2.17	2.18	2.18	2.18	2.18	2.19	2.19
Start of trawling	Time		19:25	06:57	08:17	17:56	19:20	06:57	08:18
	Position	N	29°-47.0′	29°-34.5′	29°35.1′	29°-31.6′	29° 26.5′	30°-15.0′	30°-10.0′
		E	125°-31.0′	124°-30.5′	124°-28.3′	123° 30.9′	123°-26.0′	123°-34.0′	123°-33.5′
End of trawling	Time		19:55	08:10	09:03	18:56	19:50	07:57	08:48
	Position	N	29°-43.5′	29°-36.1′	29°-33.5′	29°-23.0′	29°-24.0′	30°-11.5′	30°-07.0′
		E	125°-32.0′	124°-29.0′	124°-27.1′	123°-22.5′	123°-25.0′	123°-34.8′	123°-33.5′
Block number			481	501	511	521～532	532	330	330
Depth		(m)	70	73	73	65	66	63	64
Surface temp.		(°C)	16.6	15.2	15.6	15.4	15.8		12.6

Trawling number			31	32	33	34	34mid	35	35mid
Date			2.19	2.20	2.20	2.21	2.21	2.21	2.21
Start of trawling	Time		17:57	14:00	18:52	06:57	08:28	17:57	19:31
	Position	N	30°-15.0′	31°-09.2′	30°-17.0′	32°-00.0′	31°-56.1′	31°-01.0′	30°-55.0′
		E	124°-33.0′	124°-48.0′	124° 58.4′	126°-12.5′	126°-17.8′	126°-33.0′	126°-32.5′
End of trawling	Time		18:57	15:00	19:57	08:00	08:58	18:57	20:01
	Position	N	30°-12.0′	31° 23.0′	31°-11.8′	31°-57.4′	31°-53.8′	30°-57.0′	30°-56.5′
		E	124°-33.0′	124°-46.5′	125°-03.2′	126°-17.0′	126°-17.5′	126°-33.6′	126°-35.1′
Block number			310	308	308	277	277	268～269	269
Depth		(m)	53	52	49	89	88	84	84
Surface temp.		(°C)	14.0	11.8	11.7	16.4	16.2	16.0	16.0

Trawling number			36	36mid	37	37mid	38	38mid	39
Date			2.22	2.22	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
Start of trawling	Time		06:59	08:30	06:56	08:25	10:55	12:25	15:07
	Position	N	30°-13.2′	30°-19.0′	34°-27.0′	34°-26.5′	34°-28.8′	34°-31.8′	34°-31.0′
		E	126° 35.0′	126°-31.3′	123°-48.5′	123°-49.5′	123°-50.2′	123°-49.9′	123°-49.0′
End of trawling	Time		07:59	09:00	07:56	08:55	11:55	12:55	16:07
	Position	N	30°-15.0′	30°-20.8′	34°-29.0′	34°-25.0′	34°-31.3′	34°-30.5′	34° 28.7′
		E	126°-34.6′	126°-31.5′	123°-47.6′	123°-50.0′	123°-49.9′	123°-49.4′	123° 50.8′
Block number			270	270	322	322	322	321	321
Depth		(m)	91	82	83	83	84	84	85
Surface temp.		(°C)	17.8	16.8		10.0		9.9	

Trawling number			40	40mid	41	41mid	42	43	44
Date			3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5
Start of trawling	Time		18:55	20:20	22:55	00:17	02:55	06:58	17:54
	Position	N	34°-35.7′	34°-33.1′	34°-32.0′	34°-29.0′	34°38.0′	34°-27.2′	35°-31.5′
		E	123°-51.5′	123°-51.2′	123°-50.6′	123°-51.0′	123°-49.0′	123°-49.5′	123°-00.0′
End of trawling	Time		19:55	20:50	23:55	00:47	03:55	07:58	18:54
	Position	N	34°-33.0′	34°-31.8′	34°-29.0′	34°-27.2′	34°-35.3′	34°-25.8′	35° 29.8′
		E	123° 51.4′	124°-51.3′	123°-51.0′	123°-51.8′	123°-50.0′	123°-51.0′	122°-58.5′
Block number			321	321	321	322	321	322	149
Depth		(m)	83	84	83	84	85	84	73
Surface temp.		(°C)	10.0		10.4	10.4	10.4	10.6	8.2

Suppl. table 1-2. Continued.

Trawling number			44mid	45	45mid	46	46mid	47	47mid
Date			3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.7
Start of trawling	Time		19:17	06:55	09:15	18:55	20:15	05:55	07:20
	Position	N	35°-27.0′	33°-40.8′	33°-40.0′	32°-16.8′	32°-13.0′	33°-02.0′	32°-58.0′
		E	123°-01.5′	122°-54.8′	122 52.0′	123°-29.0′	123°-30.0′	124°-29.0′	124°-30.0′
End of trawling	Time		19:47	07:55	09:45	19:55	20:45	06:55	07:50
	Position	N	35°-25.5′	33°-38.0′	33°-38.0′	32°-13.6′	32°-11.4′	32°-58.5′	32°-55.0′
		E	123°-01.5′	122°-52.5′	122°-53.0′	123°-30.0′	123° 29.5′	124°-30.0′	124°-27.1′
Block number			140	343	343	336	336	314～315	315
Depth (m)			72	45	46	38	37	68	67
Surface temp. (°C)			8.8	8.0				11.5	11.4

Trawling number			48	48mid	49	50	51	51mid	52
Date			3.7	3.7	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8
Start of trawling	Time		18:53	20:17	22:55	02:56	08:55	08:30	10:55
	Position	N	32° 05.3′	32° 01.0′	31°-57.9′	31° 59.2′	31° 58.2′	32° 00.3′	31° 58.5′
		E	126°-11.8′	126°-14.0′	126°-13.3′	126°-21.4′	126°-12.8′	126°-08.4′	126° 05.8′
End of trawling	Time		19:53	20:47	23:55	03:56	07:55	09:00	11:55
	Position	N	32°-02.0′	31°-50.0′	31°-57.7′	32°-00.2′	31°-59.7′	31°-59.2′	31°-57.8′
		E	126°-13.8′	126°-14.3′	126°-10.3′	126°-24.8′	126°-08.5′	126°-07.0′	126°-09.6′
Block number			276	276	277	277	277	277	277
Depth (m)			93	93	88	89	89	86	84
Surface temp. (°C)			15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.4	15.4

Trawling number			101	102	103	104	105	106	107
Date			1972.7.28	7.28	7.29	7.29	7.29	7.30	7.30
Start of trawling	Time		08:27	19:00	06:59	12:56	19:00	06:59	12:57
	Position	N	31°-33-0′	31°-00.0′	29°-34.0′	28°-59.0′	28°-37.0′	27°-39.0′	27°-24.0′
		E	126°-55.0′	125°-29.0′	125°-48.0′	125°-32.0′	124°-48.0′	123°-34.0′	122°-58.0′
End of trawling	Time		09:27	20:00	07:59	13:56	20:00	07:59	13:57
	Position	N	31°-31.0′	30°-58.0′	29°-31.0′	28°-54.2′	28° 36.0′	27°-39.0′	27°-26.0′
		E	126°-50.0′	125°-24.0′	125°-45.0′	125°-35.0′	124°-46.0′	123°-31.0′	122°-51.0′
Block number			267-3	298-3	481-6	493-1	503-6	525-9	546-1
Depth (m)			107	63	100	100	98	98	106
Surface temp. (°C)			24.2	24.1	25.9	25.7	25.9	26.7	27.8

Trawling number			108	109	109mid	110	111	112	113
Date			7.30	7.30	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31
Start of trawling	Time		18:57	22:55	00:25	02:58	06:55	10:55	14:55
	Position	N	27°-42.0	27°-47.0′	27°-46.0′	27°-47.0′	27°-49.0′	27°-48.0′	27°-45.0′
		E	122°-22.0′	122°-10.0′	122°-18.0′	122°-16.0′	122°-27.0′	122°-22.5′	122°-14.9′
End of trawling	Time		19:57	23:55	00:55	03:58	07:55	11:55	15:55
	Position	N	27°-45.0′	27°-46.0′	27°-45.0′	27°-46.0′	27°-49.0′	27°-48.0′	27°-43.0′
		E	122°-15.0′	122°-18.0′	122°-20.0′	122°-14.0′	122°-22.0′	122°-16.5′	122°-17.0′
Block number			555-5	555-2	555-5	555-4	555-2	555-2	555-5
Depth		(m)	79	80	80	80	80	77	82
Surface temp.		(°C)	26.4	26.4	26.2	26.2	25.8	26.8	26.8

Trawling number			114	115	115mid	116	117	118	119
Date			7.31	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.2
Start of trawling	Time		20:55	00:51	02:16	04:57	08:57	12:57	06:57
	Position	N	27°-44.0′	27°-43.0′	27°-41.0′	27°-43.0′	27°-49.0′	27°-56.0′	28°-36.0′
		E	122°-16.1′	122°-12.4′	122°-13.7′	122°-25.0′	122°-12.0′	122°-14.0′	123°-15.0′
End of trawling	Time		21:55	01:51	02:46	05:57	09:57	13:57	07:57
	Position	N	27°-42.0′	27°-41.0′	27°-43.0′	27°-40.0′	27°-47.0′	28°-00.0′	28°-36.0′
		E	122°-13.1′	122°-13.5′	122°-16.0′	122°-21.0′	122°-08.5′	122°-20.0′	123°-09.0′
Block number			555-5	555 5	555-5	555-2	555-5	555-4	533-6
Depth		(m)	80	78	78	76	77	77	74
Surface temp.		(°C)					27.0	26.6	26.8

Trawling number			120	121	122	123	124	125	126
Date			8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4
Start of trawling	Time		12:56	18:55	06:53	12:54	18:51	06:54	12:52
	Position	N	28°-36.0′	29°-12.0′	30°-20.5′	30°-15.0′	30°-51.0′	31°-52.0′	31°-48.0′
		E	123°-54.0′	123°-37.5′	124°-21.0′	123°-38.0′	124°-03.0′	124°-54.0′	124°-13.0′
End of trawling	Time		13:56	19:55	07:53	13:54	19:51	07:54	13:52
	Position	N	28°-38.0′	29°-16.0′	30°-23.0′	30°-10.0′	30°-52.2′	31°-53.0′	31°-50.0′
		E	123°-51.0′	123°-36.0′	124°-18.0′	123°-38.0′	124°-02.0′	124°-52.0′	124°-12.0′
Block number			523-3	522-8	320-8	330-8	319-7	307-1	317-5
Depth		(m)	85	70	54	67	44	47	38
Surface temp.		(°C)	27.0	26.8	26.2	26.6	25.9	24.4	25.7

Suppl. table 1-2. Continued.

Trawling number			127	128	129	130	131	201	202
Date			8.4	8.5	8.5	8.5	8.6	1973.11.2	11.2
Start of trawling	Time		18:51	06.52	12:52	18:53	07:00	06:00	18:13
	Position	N	32°-08.0′	33°-22.5′	33°-57.0′	34°-30.0′	34°-54.0′	31°-43.0′	32°-10.0′
		E	123°-32.8′	122°-49.0′	122°-43.0′	122° 27.0′	123° 58.0′	127°-01.0′	125°-56.0′
End of trawling	Time		19:51	07:52	13:52	19:53	08:00	07:00	19:13
	Position	N	32° 09.0′	33°-25.5′	34° 04.5′	34°-34.0′	34°-52.0′	31°-43.0′	32°-07.8′
		E	123°-31.0′	122°-44.5′	122°-42.0′	122° 28.0′	122°-29.0′	126°-58.2′	125°-58.2′
Block number			336 3	344 4	343-4	351-3	321-1	267-2	286-3
Depth		(m)	43	34	53	55	80	105	83
Surface temp.		(°C)		22.7	24.8	24.9	24.5	22.3	19.7

Trawling number			203	204	205	206	207	208	209
Date			11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.4	11.4
Start of trawling	Time		00:00	06:00	11:58	15:15	21:00	03:10	08:50
	Position	N	32°-14.0′	32°-16.8′	32°-16.9′	32° 11.6′	32° 14.8′	32° 15.4′	32° 11.2′
		E	125°-44.5′	125°-43.9′	125°-44.1′	125°-40.0′	125°-47.6′	125°-47.4′	125°-54.5′
End of trawling	Time		01:00	07:00	12:58	16:15	22:00	04:10	08:55
	Position	N	32° 11.5′	32°-13.0′	32° 12.3′	32° 15.7′	32° 13.0′	32° 10.8′	32° 08.8′
		E	125°-46.0′	125° 45.0′	125° 42.3′	125° 44.2′	125° 46.0′	125°-45.2′	125° 55.3′
Block number			286-5	286-5	286-5	286-5	286-5	286 5	286-2
Depth		(m)	80	76	74	76	78	78	78
Surface temp.		(°C)	19.0	19.0	19.4	19.2	19.8	19.4	19.4

Trawling number			210	211	212	213	214	215	216
Date			11.4	11.5	11.5	11.6	11.6	11.7	11.7
Start of trawling	Time		17:55	05:48	17:53	05:55	18:00	06:03	18:08
	Position	N	31°-17.0′	31°-05.3′	30°-03.0′	30°-26.0′	29°-14.8′	29°-19.5′	28°-27.0′
		E	124°-50.5′	123° 43.4′	123°-35.0′	124°-36.8′	124°-03.5′	123°-17.5′	122°-52.2′
End of trawling	Time		18:55	06:48	18:53	06:55	19:00	07:10	19:08
	Position	N	31°-15.4′	31° 01.7′	30°-01.2′	30° 24.0′	29° 10.9′	29° 17.9′	28°-24.2′
		E	124°-46.8′	123°-43.5′	123°-36.0′	124°-34.8′	124°-03.5′	123°-19.6′	122°-53.6′
Block number			308-5	328-6	330-9	310-9	512-8	532-5	544-1
Depth		(m)	50	63	70	58	78	70	73
Surface temp.		(°C)	20.2	20.4	21.2	20.9	21.8	21.6	21.8

Trawling number			217	218	219	220	221	222	223
Date			11.8	11.8	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
Start of trawling	Time		06:00	18:00	00:12	05:55	12:15	14:55	21:05
	Position	N	28°-26.4′	27°-28.0′	27°-18.0′	27°-14.7′	27°-17.3′	27°-12.7′	27°-10.0′
		E	123°-46.5′	120°-30.0′	122°-02.4′	122°-30.0′	122°-25.1′	122°-31.3′	122°-34.8′
End of trawling	Time		07:00	19:00	01:12	06:55	13:15	15:55	22:05
	Position	N	28°-25.2′	27°-26.8′	27°-15.2′	27°-18.0′	27°-21.2′	27°-09.8′	27°-08.3′
		E	123°-43.7′	122°-26.9′	121°-59.0′	122°-30.5′	122°-25.3′	122°-31.3′	122°-31.0′
Block number			524-4	556-1	556-8	556-2	556-2, 556-8	546-8	546-9
Depth		(m)	79	90	88	89	88	96	98
Surface temp.		(°C)	22.0	22.2	22.4	22.5	23.4	23.7	23.7

Trawling number			224	225	226	227	228	229	230
Date			11.10	11.10	11.10	11.11	11.11	11.12	11.12
Start of trawling	Time		02:45	09:13	17:50	06:12	17:46	06:12	11:50
	Position	N	27°-02.4′	27°-14.4′	27°-18.8′	27°-36.7′	28°-37.0′	29°-35.7′	30°-16.1′
		E	122°-33.5′	122°-23.7′	123°-21.6′	124°-14.0′	125°-07.1′	123°-33.0′	125°-54.0′
End of trawling	Time		03:55	10:13	18:50	07:13	18:46	07:22	12:50
	Position	N	27°-04.5′	27°-10.8′	27°-16.0′	27°-36.5′	28°-35.1′	29°-39.7′	30°-18.8′
		E	122°-33.1′	122°-20.8′	123°-22.1′	124°-14.0′	125°-03.0′	125°-33.0′	125°-54.8′
Block number			546-9	556-2	536-2	515-6	493-9	481-9	290-2
Depth		(m)	98	98	105	98	102	93	97
Surface temp.		(°C)	22.8	22.7	22.4	22.4	21.8	20.2	21.3

Trawling number			231	232	233	234	235	236	237
Date			11.12	11.13	11.13	11.14	11.14	11.14	11.15
Start of trawling	Time		18:10	05:52	17:50	05:47	12:00	17:43	05:47
	Position	N	30°-22.8′	31°-14.6′	32°-08.2′	32°-05.9′	32°-32.0′	33°-17.8′	33°-30.7′
		E	126°-24.5′	125°-34.8′	124°-26.9′	123°-37.4′	122°-58.3′	123°-22.0′	122°-33.5′
End of trawling	Time		19:20	06:52	19:00	06:47	13:10	18:43	06:47
	Position	N	30°-24.9′	31°-16.7′	32°-05.7′	32°-07.3′	32°-36.9′	33°-20.6′	33°-32.7′
		E	126°-25.0′	125°-35.3′	124°-29.0′	123°-34.5′	122°-53.9′	123°-25.8′	122°-33.3′
Block number			279-1	288-8	316-3	326-9	345-3	344-1	353-2
Depth		(m)	79	61	41	44	38	48	36
Surface temp.		(°C)	20.3	19.7	18.8	19.0	18.6	16.9	17.0

Suppl. table 1 2. Continued.

Trawling number			238	239	240	241	242	243	244
Date			11.15	11.16	11.16	11.16	11.17	11.17	11.18
Start of trawling	Time		17:32	06:10	11:45	17:35	06:00	17:33	05:49
	Position	N	34°-39.8′	35°-38.0′	36°-05.0′	36°-22.4′	35°-13.0′	34°-10.7′	33°-40.6′
		E	122°-28.0′	122°-54.0′	123°-26.2′	124°-13.0′	124°-07.8′	123°-51.5′	124°-21.1′
End of trawling	Time		18:38	07:10	12:45	18:35	07:00	18:33	06:49
	Position	N	34°-36.0′	35°-41.0′	36°-06.7′	36°-20.1′	35°-10.4′	34°-17.8′	33°-06.3′
		E	122°-27.0′	122°-56.5′	123°-31.0′	124°-12.8′	124°-10.0′	123°-53.0′	124°-23.9′
Block number			351-3	149-3	138-3	118-5	120-6	322-2	314-3
Depth		(m)	55	70	74	76	80	80	68
Surface temp.		(°C)	16.7	16.1	15.1	14.6	14.4	15.4	16.7

Trawling number			301	302	303	304	305	306	307
Date			1974.11.15	11.15	11.15	11.16	11.16	11.16	11.17
Start of trawling	Time		07:23	11:53	14:15	07:07	11:30	15:00	07:35
	Position	N	31°-09.0′	31°-08.6′	31°-08.9′	31°-07.0′	31°-08.8′	31°-08.5′	31°-07.9′
		E	125°-46.0′	125°-37.8′	125°-36.9′	125°-44.0′	125°-37.8′	125°-37.0′	125°-42.0′
End of trawling	Time		08:23	12:23	15:50	08:37	12:30	15:30	08:05
	Position	N	31°-08.9′	31′-08.7′	31°-08.2′	31°-05.5′	31°-09.6′	31°-08.8′	31°-06.8′
		E	125°-37.0′	125°-42.2′	125°-43.8′	125°-38.8′	125°-43.2′	125°-39.8′	125°-36.0′
Block number			288	288	288	288	288	288	288
Depth		(m)	61	64	62	62	63	61	62
Surface temp.		(°C)		21.5	21.6		21.6	21.6	21.4

Trawling number			308	309	310	311	312	313	314
Date			11.17	11.17	11.18	11.18	11.19	11.19	11.20
Start of trawling	Time		11:15	14:30	07:45	14:05	07:38	15:50	07:13
	Position	N	31°-08.7′	31°-08.8′	30°-14.2′	29°-42.4′	28°-38.5′	28°-38.2′	29°-17.5′
		E	125°-34.0′	125°-39.2′	125°-33.6′	125°-43.0′	125°-15.2′	123°-58.0′	123°-18.4′
End of trawling	Time		12:45	15:30	08:45	15:05	08:38	16:50	08:23
	Position	N	31°-11.2′	31°-06.0′	30°-11.0′	29°-38.3′	28°-35.6′	28°-38.3′	29°-20.2′
		E	125°-37.2′	125°-40.0′	125°-33.7′	125°-43.5′	125°-14.5′	123°-55.4′	123°-17.8′
Block number			288	288	290	481	483	523	582
Depth		(m)	62	62	70	76	105	98	64
Surface temp.		(°C)	21.5	21.5	21.9	22.9	23.4	22.6	21.7

Trawling number			315	316	317	318	319	320	321
Date			11.20	11.20	11.21	11.21	11.21	11.22	11.22
Start of trawling	Time		11:23	14:50	07:33	11:35	14:30	07:05	11:45
	Position	N	29° 22.0′	29° 19.4′	29°-19.0′	29°-17.8′	29°-21.5′	29°-20.5′	29° 16.4′
		E	123°-17.0′	123°-18.0′	123°-17.0′	123°-18.7′	123°-17.1′	123°-21.0′	123°-17.9′
End of trawling	Time		12:53	15:20	08:03	12:35	16:00	08:35	12:25
	Position	N	29° 17.7′	29° 21.9′	29°-19.9′	29°-20.8′	29°-15.7′	29°-15.8′	29° 18.2′
		E	123°-18.2′	123°-18.5′	123°-17.8′	123°-17.1′	123°-19.0′	123°-20.2′	123°-17.0′
Block number			532	532	532	532	532	532	532
Depth		(m)	66	68	64	68	64	66	66
Surface temp.		(°C)	21.6	21.8	21.6	22.0	21.8	21.8	22.0

Trawling number			322	323	324	325	326	327	328
Date			11.22	11.23	11.23	11.24	11.24	11.25	11.25
Start of trawling	Time		14:37	07:35	15:15	07:30	12:35	07:32	11:30
	Position	N	29°-19.0′	30°-18.0′	30°-19.5′	31°-33.0′	31°-59.2′	32°-33.5′	32°-19.8′
		E	123°-16.7′	123°-47.2′	124°-30.8′	124°-00.2′	123°-49.5′	124°-40.0′	125°-06.6′
End of trawling	Time		15:37	08:35	16:15	08:32	13:45	08:32	12:30
	Position	N	29°-23.3′	30°-17.0′	30°-21.2′	31°-31.4′	31°-55.0′	32°-32.0′	32°-17.7′
		E	123°-13.8′	123°-52.0′	124°-27.0′	123°-57.8′	123°-51.1′	124°-43.2′	125°-06.7′
Block number			532	330	310	327	327	305	296
Depth		(m)	66	64	59	42	42	50	54
Surface temp.		(°C)	21.8	21.0	20.6	19.4	19.5	19.0	18.6

Trawling number			329	330	331	332
Date			11.25	11.26	11.26	11.26
Start of trawling	Time		15:27	07:18	11:30	14:50
	Position	N	31°-54.9′	32°-09.5′	32°-12.2′	32°-08.5′
		E	126°-11.7′	125°-41.5′	125°-33.5′	125°-42.0′
End of trawling	Time		16:27	08:18	12:30	15:50
	Position	N	31°-50.5′	32°-06.8′	32°-08.9′	32°-05.8′
		E	125°-08.9′	125°-37.1′	125°-45.5′	125°-44.5′
Block number			297	286	286	286
Depth		(m)	49	74	74	73
Surface temp.		(°C)	19.2	20.5	20.0	20.4

Suppl. table 2 1. 形態測定結果表
Summary of measurements for various organs related to feeding.

Species number			3	4	5	9
Item number	Item	測定項目	アオミシマ	アカヤガラ	アカアマダイ	アカカマス
1	Total length	全長	390.0	778.0	304.0	291.0
2	Body length	体長	320.0	542.0	236.0	241.0
3	Head length	頭長	109.0	198.0	78.0	76.4
4	Body depth	体高	73.8	21.2	34.6	24.3
5	Body width	体幅	28.5	3.3	28.7	18.6
6	Body weight	体重	772.0	91.0	293.0	112.0
7	Dorsal base length	背鰭基底長	85.9	20.0	129.0	40.1
8	Dorsal fin length	背鰭軟条長	44.0	34.6	52.8	29.6
9	Anal base length	臀鰭基底長	127.2	18.7	79.0	22.4
10	Anal fin length	臀鰭軟条長	27.0	29.0	40.5	24.3
11	Pectoral base length	胸鰭基底長	1.9	3.3	12.5	9.8
12	Pectoral fin length	胸鰭軟条長	32.0	11.2	24.1	15.4
13	Caudal fin length (1)	尾鰭軟条長 (1)	78.0	15.7	68.8	29.5
14	Caudal fin length (2)	尾鰭軟条長 (2)	68.5	28.5	65.8	50.0
15	Caudal fin length (upper hem)	尾鰭軟条上縁長	71.3	32.5	67.1	51.9
16	Caudal fin length (lower hem)	尾鰭軟条下縁長	73.6	30.8	55.1	49.5
17	Gape width	口裂内幅長	49.7	18.2	27.0	19.7
18	Gape height	口裂高	47.1	15.6	29.0	32.7
19	Upper jaw teeth length	上顎歯長	13.0	6.0	16.0	8.5
20	Lower jaw teeth length	下顎歯長	21.0	5.5	13.0	12.0
21	Gill raker length	鰓耙長	0.7	—	4.0	0.1
22	Number of gill raker	鰓耙数	18	—	22	2
23	Eye diameter	眼径	15.3	14.9	16.4	11.9
24	Olfactory rosette length	嗅房長	4.1	3.9	4.6	5.3
25	Olfactory rosette width	嗅房幅	5.00	1.95	3.50	2.80
26	Olfactory rosette height	嗅房高	1.00	0.70	1.90	2.00
27	Number of olfactory lamina	嗅板数	19	19	26	29
28	Olfactory lobe length	嗅葉長	3.75	2.50	4.90	2.30
29	Olfactory lobe width	嗅葉幅	4.60	4.30	6.40	3.00
30	Olfactory lobe height	嗅葉高	2.80	2.00	3.37	2.30
31	Optic lobe length	視葉長	3.90	5.00	4.90	4.90
32	Optic lobe width	視葉幅	6.20	7.50	8.50	6.80
33	Optic lobe height	視葉高	3.20	3.50	4.30	3.60
34	Cerebellum length	小脳冠長	2.70	4.60	2.28	3.40
35	Cerebellum width	小脳冠幅	3.50	2.50	3.60	2.60
36	Cerebellum height	小脳冠高	1.75	1.80	1.74	1.30
37	Intestine length	腸長	187.0	156.0	120.6	95.0
38	Stomach length	胃長	62.3	90.0	45.0	51.0
39	Pyloric caecum length	幽門垂長	15.5	—	—	26.0
40	Number of pyloric caecum	幽門垂数	7	—	—	22
41	Body cross section depth	体断面高	55.4	16.7	69.1	30.4
42	Body bisection depth	体断面½高	67.2	16.4	32.0	23.9
43	Body cross section width	体断面幅	22.9	9.7	39.8	10.4

Species number indicate species number in suppl. table 1-1.

10	11	15	20	23	27	30	33	34
アカグツ	アカゴチ	アカムツ	アブオコゼ	アンコウ	イゴダカホデリ	イザリウオ	イズカサゴ	イソキホウボウ
188.0	226.0	189.0	107.0	293.0	196.0	105.0	219.0	256.0
152.0	184.0	144.0	86.0	239.0	160.0	82.0	166.0	197.0
86.6	66.3	61.0	29.0	142.0	50.8	41.5	75.9	76.5
35.9	28.0	24.3	20.2	76.0	35.0	49.0	52.4	40.3
7.7	10.4	17.8	8.2	12.0	10.3	24.3	34.8	35.6
184.0	72.0	92.0	24.6	463.0	95.0	51.0	184.0	107.0
9.0	95.3	64.5	63.6	47.0	80.0	54.2	94.0	108.2
11.4	21.1	23.9	14.6	33.7	19.0	15.1	35.5	21.4
10.0	58.0	22.5	8.3	65.0	54.0	15.3	25.0	70.7
19.4	15.9	24.5	12.6	31.7	17.4	19.6	34.7	17.5
—	3.0	3.6	2.7	8.2	0.6	12.7	1.6	4.6
—	12.6	17.8	13.2	19.1	16.0	16.7	24.6	22.0
39.7	39.4	35.5	21.6	57.0	34.6	24.2	52.0	29.5
33.0	42.6	41.5	18.1	52.6	36.9	15.2	42.3	34.9
31.6	43.9	43.6	19.0	54.0	39.2	15.7	45.3	37.0
34.3	39.1	41.9	17.7	54.0	37.5	15.5	45.3	30.3
36.0	29.0	23.2	15.0	80.0	23.0	19.4	34.7	31.4
29.4	24.6	32.8	13.4	59.0	20.5	21.2	38.7	29.6
2.0	4.0	6.0	1.0	34.0	2.0	9.0	7.5	—
2.2	3.5	9.5	1.0	65.0	1.8	9.0	8.0	—
2.0	2.9	5.0	0.5	—	1.6	—	2.0	4.7
11	11	24	11	—	6	1	14	21
13.6	12.9	19.0	4.5	10.9	11.7	3.9	16.9	13.0
5.8	3.0	6.5	2.3	7.0	3.8	2.00	3.30	4.25
2.40	1.90	3.10	1.90	6.90	3.5	1.70	2.90	2.70
2.10	0.80	3.50	0.70	1.60	1.5	0.80	1.50	0.50
16	21	29	26	11	50	12	20	12
2.00	2.40	2.60	1.25	3.40	3.1	1.25	2.50	2.10
3.40	3.00	5.00	1.55	3.50	3.5	2.30	3.80	3.30
2.10	1.60	4.20	0.90	2.20	2.7	1.10	2.20	2.00
2.40	3.70	4.70	1.70	3.70	3.5	1.75	3.30	3.10
4.30	6.40	7.40	2.20	5.30	5.6	2.65	5.20	5.10
2.30	2.10	5.30	0.90	2.60	2.9	1.25	2.50	2.60
1.10	1.40	3.20	0.80	1.60	2.6	0.62	1.70	3.60
2.30	1.60	3.90	1.00	1.80	2.1	0.80	1.60	2.50
1.20	1.60	2.50	0.70	1.00	1.3	0.65	1.80	2.00
385.0	75.3	137.0	6.9	204.6	73.0	136.0	136.0	162.0
33.5	34.0	27.6	21.1	36.8	22.7	32.4	41.7	24.5
—	8.7	25.0	—	18.8	14.7	—	11.7	—
—	6	7	—	2	7	—	8	—
19.6	28.1	44.8	38.3	39.5	38.6	53.4	54.2	40.3
39.5	29.1	22.4	23.8	63.7	32.2	27.8	34.2	37.6
15.4	23.4	18.8	26.0	22.5	17.1	44.3	22.7	34.7

Suppl. table 2-1. Continued.

Species number			36	37	38	39
Item number	Item	測定項目	イトマキフグ	イトヨリダイ	イヌノシタ	イネゴチ
1	Total length	全長	99.8	235.0	321.0	364.0
2	Body length	体長	82.0	174.0	299.0	315.0
3	Head length	頭長	27.5	56.0	69.6	105.5
4	Body depth	体高	43.2	52.5	78.0	34.0
5	Body width	体幅	42.7	28.7	15.4	55.0
6	Body weight	体重	65.0	133.0	177.0	295.0
7	Dorsal base length	背鰭基底長	9.9	94.0	296.0	149.3
8	Dorsal fin length	背鰭軟条長	16.6	29.0	16.5	40.0
9	Anal base length	臀鰭基底長	8.4	39.0	239.0	100.2
10	Anal fin length	臀鰭軟条長	16.5	24.0	17.2	23.2
11	Pectoral base length	胸鰭基底長	9.6	10.4	—	0.0
12	Pectoral fin length	胸鰭軟条長	14.9	19.4	—	15.3
13	Caudal fin length (1)	尾鰭軟条長 (1)	18.6	29.0	20.4	56.1
14	Caudal fin length (2)	尾鰭軟条長 (2)	12.8	58.0	15.8	49.7
15	Caudal fin length (upper hem)	尾鰭軟条上縁長	18.5	65.0	15.8	55.2
16	Caudal fin length (lower hem)	尾鰭軟条下縁長	19.3	49.6	16.1	48.0
17	Gape width	口裂内幅長	4.2	20.5	12.8	42.6
18	Gape height	口裂高	5.9	22.6	8.6	37.5
19	Upper jaw teeth length	上顎歯長	18.0	7.5	7.0	2.1
20	Lower jaw teeth length	下顎歯長	21.0	6.0	6.0	2.5
21	Gill raker length	鰓耙長	1.1	1.5	—	4.0
22	Number of gill raker	鰓耙数	8	14	—	7
23	Eye diameter	眼径	9.7	12.7	4.9	20.3
24	Olfactory rosette length	嗅房長	1.50	4.00	5.50	4.00
25	Olfactory rosette width	嗅房幅	1.30	2.30	1.90	3.10
26	Olfactory rosette height	嗅房高	0.40	2.20	1.20	1.50
27	Number of olfactory lamina	嗅板数	4	36	42	29
28	Olfactory lobe length	嗅葉長	3.00	4.80	2.10	2.40
29	Olfactory lobe width	嗅葉幅	4.00	4.60	2.55	3.60
30	Olfactory lobe height	嗅葉高	2.10	3.60	1.77	2.40
31	Optic lobe length	視葉長	4.10	4.70	3.30	4.80
32	Optic lobe width	視葉幅	6.10	7.50	3.60	6.80
33	Optic lobe height	視葉高	3.00	4.50	2.70	2.80
34	Cerebellum length	小脳冠長	3.90	3.30	2.70	2.60
35	Cerebellum width	小脳冠幅	2.50	2.50	2.40	2.80
36	Cerebellum height	小脳冠高	2.00	2.40	1.20	1.80
37	Intestines length	腸長	147.0	94.0	117.2	200.0
38	Stomach length	胃長	*	31.6	27.6	58.6
39	Pyloric caecum length	幽門垂長	—	14.5	—	28.1
40	Number of pyloric caecum	幽門垂数	—	9	—	7
41	Body cross section depth	体断面高	44.5	53.9	14.5	33.8
42	Body bisection depth	体断面½高	35.1	26.6	69.8	59.2
43	Body cross section width	体断面幅	40.5	33.1	11.6	29.2

40	41	46	50	61	62	63	64	69
イボダイ	イワハダカ	ウチワザメ	ウマヅラハギ	オニカナガシラ	オニゴチ	オビウシノシタ	カイワリ	カタクチイワシ
223.0	49.0	441.0	296.0	152.0	100.0	226.0	183.0	135.0
162.0	38.0	370.0	248.0	123.0	81.0	193.0	148.0	114.0
51.0	11.9	110.0	74.0	43.7	33.6	31.4	51.8	30.2
80.0	9.7	27.2	50.0	26.3	11.6	78.1	70.4	18.8
26.2	5.1	221.0	33.3	21.5	17.8	12.3	22.5	12.9
175.0	1.0	372.0	271.0	36.2	10.0	118.0	100.0	14.7
102.0	7.0	42.3	81.0	62.8	16.7	190.0	87.1	12.9
27.6	7.7	28.9	37.0	16.1	14.1	23.5	22.9	16.0
76.3	10.0	—	68.0	41.1	23.7	164.0	60.1	17.0
19.7	8.0	—	36.0	12.8	8.6	23.3	20.4	10.0
19.8	2.3	0.0	27.4	0.0	0.0	17.2	20.2	2.2
30.0	3.6	0.0	39.2	9.6	6.9	23.6	26.5	3.7
33.6	6.5	71.6	50.9	25.9	19.1	30.4	19.9	12.3
57.0	10.1	61.1	45.8	25.9	16.4	23.1	36.1	22.2
62.9	10.3	60.8	51.3	28.6	17.1	23.6	43.4	22.6
56.5	10.3	25.8	48.7	27.9	17.6	23.6	42.7	22.6
14.2	7.1	28.0	10.1	15.7	17.0	10.6	20.4	21.6
15.5	8.1	28.5	13.0	18.5	13.5	8.7	18.8	19.9
5.5	1.0	2.0	42.1	2.3	1.0	7.0	4.0	2.0
5.5	0.7	2.2	38.5	2.0	1.3	4.5	4.0	2.0
4.8	1.8	—	2.0	2.3	1.5	0.3	6.2	5.8
20	23	—	34	11	6	11	30	68
11.0	3.3	6.4	15.0	9.9	6.0	4.3	13.3	7.2
4.00	0.85	12.20	5.60	4.20	1.80	3.40	5.80	1.20
4.10	0.75	7.50	1.20	3.60	1.10	2.10	4.30	1.60
2.90	0.90	4.60	1.50	1.60	0.65	2.00	2.60	0.50
26	16	57	—	72	22	30	68	24
2.10	1.00	6.20	4.00	2.70	1.35	1.70	3.30	1.30
3.60	1.15	9.42	5.15	3.40	1.90	2.80	5.20	1.05
2.30	0.90	5.10	3.80	2.60	1.15	1.50	3.40	0.95
5.10	1.50	5.40	5.30	3.80	2.20	2.80	5.70	3.20
6.90	2.30	6.70	8.25	6.00	3.20	3.55	9.30	4.00
4.80	1.20	3.50	4.20	3.90	1.25	1.75	5.25	2.70
3.80	2.80	8.60	5.40	2.40	1.30	1.70	4.70	2.30
2.80	1.55	5.00	3.85	2.10	0.90	2.00	3.60	1.90
1.80	0.70	2.20	2.00	1.60	0.60	1.50	3.10	0.60
134.0	13.0	94.0	290.1	62.0	36.0	170.0	58.0	89.0
32.0	9.0	50.0	41.2	16.9	16.0	44.2	30.0	28.5
26.6	3.0	—	—	14.0	6.2	—	15.0	13.0
251	9	—	—	6	4	—	33	27
70.7	10.2	22.6	83.8	24.7	11.2	12.6	71.8	19.4
32.6	5.4	62.9	32.6	22.5	17.9	64.3	22.4	12.7
26.9	5.0	21.9	35.1	13.7	10.5	10.1	31.2	5.7

Suppl. table 2-1. Continued.

Species number			70	72	78	79
Item number	Item	測定項目	カナガシラ	カナド	カンダリ	ガンギエイ
1	Total length	全長	269.0	176.0	174.0	454.0
2	Body length	体長	216.0	140.0	123.0	435.0
3	Head length	頭長	166.3	49.6	36.4	157.0
4	Body depth	体高	49.0	36.2	38.8	25.4
5	Body width	体幅	42.8	31.3	19.9	264.0
6	Body weight	体重	204.0	67.9	45.0	653.0
7	Dorsal base length	背鰭基底長	120.2	70.7	73.1	51.5
8	Dorsal fin length	背鰭軟条長	27.0	17.7	20.0	38.6
9	Anal base length	臀鰭基底長	75.5	43.0	24.9	—
10	Anal fin length	臀鰭軟条長	23.6	15.4	21.6	—
11	Pectoral base length	胸鰭基底長	0.0	6.8	11.5	0.0
12	Pectoral fin length	胸鰭軟条長	19.8	15.6	15.6	0.0
13	Caudal fin length (1)	尾鰭軟条長 (1)	45.0	31.9	49.5	20.1
14	Caudal fin length (2)	尾鰭軟条長 (2)	50.0	30.9	27.5	15.2
15	Caudal fin length (upper hem)	尾鰭軟条上縁長	55.1	33.7	26.8	15.3
16	Caudal fin length (lower hem)	尾鰭軟条下縁長	53.3	32.6	29.0	0.0
17	Gape width	口裂内幅長	27.9	24.0	17.1	38.4
18	Gape height	口裂高	25.1	21.5	18.9	23.6
19	Upper jaw teeth length	上顎歯長	2.8	3.0	3.0	10.5
20	Lower jaw teeth length	下顎歯長	3.2	3.0	2.8	12.0
21	Gill raker length	鰓耙長	2.7	2.3	4.1	—
22	Number of gill raker	鰓耙数	10	6	28	—
23	Eye diameter	眼径	15.4	12.3	5.9	14.6
24	Olfactory rosette length	嗅房長	5.90	3.00	2.90	16.86
25	Olfactory rosette width	嗅房幅	4.90	3.30	2.20	10.41
26	Olfactory rosette height	嗅房高	2.30	0.90	1.10	8.36
27	Number of olfactory lamina	嗅板数	82	—	14	50
28	Olfactory lobe length	嗅葉長	4.40	3.10	2.20	7.30
29	Olfactory lobe width	嗅葉幅	5.50	3.80	3.30	12.18
30	Olfactory lobe height	嗅葉高	3.50	2.60	2.25	7.20
31	Optic lobe length	視葉長	5.50	3.90	2.40	5.30
32	Optic lobe width	視葉幅	8.10	6.80	3.20	7.20
33	Optic lobe height	視葉高	4.30	3.20	1.75	4.70
34	Cerebellum length	小脳冠長	4.20	2.80	2.20	10.91
35	Cerebellum width	小脳冠幅	3.00	2.40	2.50	8.80
36	Cerebellum height	小脳冠高	2.00	1.70	1.40	4.80
37	Intestines length	腸長	171.0	102.0	76.0	78.3
38	Stomach length	胃長	40.1	23.4	31.6	85.3
39	Pyloric caecum length	幽門垂長	38.3	20.2	10.7	—
40	Number of pyloric caecum	幽門垂数	8	7	14	—
41	Body cross section depth	体断面高	46.9	34.3	38.0	20.0
42	Body bisection depth	体断面½高	39.2	31.5	19.3	38.9
43	Body cross section width	体断面幅	20.2	21.6	23.6	15.1

81	83	84	85	86	88	171	173	174
ガンゾウビラメ	キアンコウ	キグチ	キダイ	キントキダイ	クサウオ	ネズッポ	ネズミギス	ネズミゴチ
200.0	536.0	366.0	182.0	259.0	290.0	200.0	284.0	170.0
156.0	436.0	292.0	147.0	209.0	246.0	146.0	251.0	122.0
44.2	213.0	89.2	52.5	65.8	70.8	34.6	62.1	41.4
84.4	70.0	90.0	69.6	67.8	59.3	15.4	26.5	12.3
11.4	134.0	49.5	28.9	32.1	40.1	27.3	26.5	23.0
73.0	2255.0	534.0	115.0	223.0	274.0	38.0	109.0	18.0
148.0	140.3	177.3	75.9	121.6	181.0	70.6	21.0	56.8
19.3	84.0	33.5	18.2	31.6	45.3	40.9	26.5	33.3
116.0	77.6	30.3	31.2	70.1	140.0	49.4	12.0	43.5
18.7	74.0	39.4	17.0	32.9	43.4	24.1	21.3	19.2
28.2	0.0	28.2	16.1	16.3	0.0	0.0	3.9	0.0
31.7	16.3	38.6	25.9	26.2	14.0	10.6	9.4	7.8
46.7	103.0	80.2	26.6	42.9	40.8	52.3	24.6	46.5
34.4	88.2	58.4	35.0	51.9	38.5	33.0	30.1	36.9
33.9	92.8	61.3	39.9	57.1	39.6	31.0	34.8	37.0
34.0	92.8	53.5	37.6	54.4	38.7	34.2	33.1	37.0
12.5	107.0	41.0	19.3	27.0	37.2	9.7	9.0	11.4
21.9	86.0	40.4	19.3	33.5	26.7	10.0	11.3	16.2
5.5	70.0	19.0	11.0	5.3	7.0	8.0	—	5.5
5.5	100.0	18.0	13.0	5.0	7.0	8.0	—	6.2
3.2	—	7.5	3.3	6.7	1.0	0.3	3.2	0.3
16	—	28	18	22	10	7	27	7
9.8	16.8	14.0	14.3	26.4	8.1	10.9	12.6	8.0
4.80	8.00	5.60	5.70	4.30	7.00	2.40	5.80	1.90
3.20	7.20	4.80	3.70	3.40	6.30	1.00	3.90	0.92
1.90	1.50	2.60	1.90	2.70	4.00	0.80	2.40	0.70
26	10	23	34	27	19	9	97	9
1.70	1.90	3.30	3.70	3.60	2.60	2.00	2.80	1.20
2.90	3.20	5.50	5.00	5.90	4.60	3.90	4.10	2.25
1.50	1.20	3.70	4.10	3.70	2.40	1.10	2.10	0.81
3.80	4.30	3.80	4.20	7.00	3.00	5.40	3.70	3.40
5.20	5.50	6.60	6.70	10.30	5.10	6.90	5.20	4.50
2.20	2.90	4.20	4.30	5.30	1.90	2.30	2.80	2.00
1.60	2.20	4.30	2.90	4.20	3.20	2.00	2.90	1.50
4.20	2.50	3.80	2.30	3.90	2.40	2.00	3.40	1.25
1.90	1.40	3.00	2.50	2.20	1.20	1.10	1.10	0.50
34.0	540.0	155.9	78.7	152.0	265.0	103.0	150.0	44.0
28.0	122.0	43.4	31.7	34.8	46.3	31.0	22.3	22.0
5.2	42.0	21.0	8.3	18.6	20.4	—	3.1	—
5	2	15	4	12	64	—	5	—
11.7	64.8	81.6	72.4	70.1	57.5	16.2	25.5	12.1
81.6	120.0	47.1	28.3	30.6	49.8	26.7	26.2	19.5
8.2	53.0	47.6	44.4	24.8	32.6	5.6	17.3	3.6

Suppl. table 2-1. Continued.

Species number			183	184	186	187
Item number	Item	測定項目	ハモ	ババガレイ	ヒメ	ヒメオコゼ
1	Total length	全長	746.0	342.0	152.0	118.0
2	Body length	体長	736.0	282.0	123.0	71.0
3	Head length	頭長	121.0	61.0	40.0	34.5
4	Body depth	体高	45.8	117.0	26.0	28.1
5	Body width	体幅	35.3	26.0	18.2	21.5
6	Body weight	体重	617.0	483.0	32.1	29.0
7	Dorsal base length	背鰭基底長	631.0	259.0	36.0	62.2
8	Dorsal fin length	背鰭軟条長	24.0	27.8	26.0	21.0
9	Anal base length	臀鰭基底長	436.0	219.0	11.9	34.4
10	Anal fin length	臀鰭軟条長	16.1	29.4	13.0	16.5
11	Pectoral base length	胸鰭基底長	12.2	33.5	6.0	1.7
12	Pectoral fin length	胸鰭軟条長	20.5	39.4	10.8	11.7
13	Caudal fin length (1)	尾鰭軟条長 (1)	10.2	62.5	14.7	28.3
14	Caudal fin length (2)	尾鰭軟条長 (2)	9.9	40.0	32.5	25.2
15	Caudal fin length (upper hem)	尾鰭軟条上縁長	9.9	46.6	34.0	26.2
16	Caudal fin length (lower hem)	尾鰭軟条下縁長	10.0	47.4	34.2	27.2
17	Gape width	口裂内幅長	20.7	12.0	14.8	16.2
18	Gape height	口裂高	51.5	12.8	18.5	16.1
19	Upper jaw teeth length	上顎歯長	15.0	15.0	3.0	1.5
20	Lower jaw teeth length	下顎歯長	23.0	15.0	4.0	1.5
21	Gill raker length	鰓耙長	—	1.5	3.1	1.1
22	Number of gill raker	鰓耙数	—	18	20	13
23	Eye diameter	眼径	12.1	14.0	11.9	7.1
24	Olfactory rosette length	嗅房長	15.30	5.50	2.20	2.90
25	Olfactory rosette width	嗅房幅	5.50	4.30	2.30	2.10
26	Olfactory rosette height	嗅房高	4.90	3.60	1.00	0.68
27	Number of olfactory lamina	嗅板数	146	21	22	24
28	Olfactory lobe length	嗅葉長	3.80	2.50	1.80	1.40
29	Olfactory lobe width	嗅葉幅	5.10	5.50	2.90	2.20
30	Olfactory lobe height	嗅葉高	2.45	2.50	1.30	1.15
31	Opticlobe length	視葉長	4.30	4.70	3.55	2.10
32	Opticlobe width	視葉幅	5.70	6.50	6.40	3.30
33	Opticlobe height	視葉高	2.70	3.40	2.60	1.40
34	Cerebellum length	小脳冠長	3.00	3.20	2.20	1.55
35	Cerebellum width	小脳冠幅	3.70	2.70	1.35	1.50
36	Cerebellum height	小脳冠高	0.80	3.00	1.30	0.90
37	Intestine length	腸長	227.0	272.0	7.3	52.0
38	Stomach length	胃長	251.0	51.7	26.3	22.0
39	Pyloric caecum length	幽門垂長	—	33.0	6.4	9.3
40	Number of pyloric caecum	幽門垂数	—	4	11	4
41	Body cross section depth	体断面高	48.1	25.1	26.0	30.7
42	Body bisection depth	体断面½高	35.1	121.8	19.4	22.7
43	Body cross section width	体断面幅	32.7	17.6	14.7	20.1

189	191	192	199	200	205	206	207	210
ヒメジ	ヒメスミクイウオ	ヒョウザメ	ヒレコダイ	フウセイ	ベニカワムキ	ベロガレイ	ホウボウ	ホシザメ
136.0	77.0	474.0	200.0	229.0	99.0	172.0	240.0	743.0
105.0	64.0	394.0	162.0	176.0	78.5	130.0	191.0	602.0
32.0	23.8	89.6	51.2	53.6	30.1	28.3	62.0	142.0
28.0	16.7	40.6	83.1	47.9	39.0	57.8	40.9	92.0
15.3	8.3	43.5	25.6	24.1	14.4	7.5	38.7	81.0
25.0	5.3	289.0	166.0	96.0	19.4	34.0	143.0	1610.0
31.0	20.5	62.9	90.7	109.7	43.4	128.0	101.7	120.0
16.7	7.5	35.6	19.6	25.0	11.0	17.9	23.7	62.0
12.2	7.6	31.6	36.8	17.7	11.5	103.9	65.9	35.0
15.6	6.0	18.2	16.9	27.5	10.0	18.6	21.5	27.0
7.9	3.1	0.0	16.8	17.0	13.2	20.8	3.0	0.0
11.8	6.2	6.6	26.6	23.3	18.2	25.5	17.0	4.5
19.6	9.5	41.2	29.9	54.4	20.3	42.4	48.0	51.8
32.0	14.2	94.9	44.7	26.6	11.7	22.7	51.6	104.5
33.1	15.4	86.9	45.0	29.3	13.8	21.7	54.6	130.0
30.5	15.5	32.2	46.1	25.7	13.1	24.5	54.3	34.8
14.3	7.9	28.6	16.4	25.7	4.7	4.7	31.8	44.3
12.3	11.9	27.4	19.6	25.5	4.7	7.0	23.5	33.0
1.5	1.0	12.0	12.0	10.0	4.0	2.9	4.3	7.0
1.5	1.7	12.0	10.0	7.5	4.0	3.1	4.0	10.0
2.2	2.5	1.0	3.2	3.5	0.8	0.5	4.3	—
17	16	5	19	28	19	10	9	-
7.5	6.6	16.9	13.5	10.9	10.0	8.3	11.4	18.3
5.30	2.00	14.25	5.80	3.40	3.10	1.80	5.37	23.30
3.00	1.45	11.55	3.90	2.95	2.20	1.50	4.34	17.52
1.40	0.90	8.74	2.30	1.40	0.80	0.80	1.34	12.58
112	30	43	39	25	16	8	51	58
3.20	1.60	9.03	4.00	2.73	2.64	1.30	2.50	14.12
3.00	2.40	8.30	5.50	4.40	4.07	2.60	3.50	18.40
2.10	2.10	8.85	4.70	2.60	2.75	1.30	2.30	11.83
3.50	2.80	7.13	5.00	3.50	3.95	3.10	3.90	9.76
5.30	4.00	5.99	8.20	5.30	6.16	3.10	5.80	9.76
2.70	2.90	4.03	5.50	2.40	3.08	1.70	3.10	8.43
3.00	2.20	11.22	4.90	3.30	2.20	0.70	2.80	16.69
2.40	1.80	6.68	3.10	2.85	2.86	1.10	2.30	9.33
1.40	0.90	4.60	2.90	2.10	2.42	0.70	1.50	6.97
60.0	21.2	180.0	153.0	110.0	47.1	73.0	160.0	250.0
20.7	12.3	96.0	38.3	38.0	10.8	22.0	29.0	180.0
9.0	4.7	—	7.7	6.4	—	—	21.8	—
15	6	—	4	13	—	—	9	—
29.4	16.5	34.9	81.5	46.2	41.9	7.8	43.4	75.3
14.6	9.1	51.0	25.3	24.2	16.1	55.3	37.5	75.5
13.8	6.7	25.1	40.0	16.9	31.6	5.5	23.0	50.6

Suppl. table 2-1. Continued.

Species number			212	213	214	216
Item number	Item	測定項目	ホシセミホウボウ	ホタルジャコ	ホンニベ(ニベ)	マアナゴ
1	Total length	全長	271.0	124.0	306.0	529.0
2	Body length	体長	216.0	97.0	247.0	522.0
3	Head length	頭長	65.0	39.0	74.0	76.0
4	Body depth	体高	45.0	31.9	64.6	27.2
5	Body width	体幅	49.0	15.9	37.0	29.5
6	Body weight	体重	240.0	23.6	249.0	216.0
7	Dorsal base length	背鰭基底長	68.8	29.8	152.0	426.0
8	Dorsal fin length	背鰭軟条長	34.2	18.1	25.0	11.9
9	Anal base length	臀鰭基底長	27.5	9.8	19.5	312.0
10	Anal fin length	臀鰭軟条長	34.0	16.3	29.0	11.3
11	Pectoral base length	胸鰭基底長	14.0	4.3	17.1	10.2
12	Pectoral fin length	胸鰭軟条長	24.0	9.0	27.0	16.3
13	Caudal fin length (1)	尾鰭軟条長 (1)	48.0	16.5	65.0	6.4
14	Caudal fin length (2)	尾鰭軟条長 (2)	55.7	27.5	39.5	5.5
15	Caudal fin length (upper hem)	尾鰭軟条上縁長	61.0	27.2	42.9	5.5
16	Caudal fin length (lower hem)	尾鰭軟条下縁長	52.7	27.8	38.2	5.6
17	Gape width	口裂内幅長	24.1	16.1	31.0	22.0
18	Gape height	口裂高	21.9	16.6	31.9	28.5
19	Upper jaw teeth length	上顎歯長	3.8	3.7	17.0	13.0
20	Lower jaw teeth length	下顎歯長	3.5	4.0	13.0	13.0
21	Gill raker length	鰓耙長	0.5	3.3	3.4	0.3
22	Number of gill raker	鰓耙数	6	22	13	25
23	Eye diameter	眼径	18.5	10.3	13.0	9.6
24	Olfactory rosette length	嗅房長	5.10	4.20	4.60	13.20
25	Olfactory rosette width	嗅房幅	5.70	2.35	3.40	4.00
26	Olfactory rosette height	嗅房高	2.40	1.70	2.00	3.80
27	Number of olfactory lamina	嗅板数	34	46	32	162
28	Olfactory lobe length	嗅葉長	3.60	1.80	3.00	3.02
29	Olfactory lobe width	嗅葉幅	5.80	2.65	4.00	4.30
30	Olfactory lobe height	嗅葉高	3.50	2.30	2.85	2.00
31	Optic lobe length	視葉長	6.00	3.30	3.50	3.00
32	Optic lobe width	視葉幅	11.60	4.50	5.10	4.40
33	Optic lobe height	視葉高	5.15	2.40	3.00	1.90
34	Cerebellum length	小脳冠長	5.20	1.90	3.70	2.70
35	Cerebellum width	小脳冠幅	3.50	1.80	3.20	2.50
36	Cerebellum height	小脳冠高	2.20	0.70	2.30	0.40
37	Intestine leugth	腸長	534.0	58.0	88.0	129.2
38	Stomach length	胃長	*	14.2	69.5	119.0
39	Pyloric caecum length	幽門垂長	28.0	10.3	13.0	—
40	Number of pyloric caecum	幽門垂数	14	8	6	—
41	Body cross section depth	体断面高	47.2	30.9	61.4	26.8
42	Body bisection depth	体断面½高	50.7	17.1	34.1	30.1
43	Body cross section width	体断面幅	21.8	17.9	32.0	12.2

217	219	220	221	222	223	224	225	226
マエソ	マコガレイ	マサバ	マダイ	マダラ	マツカサウオ	マトイシモチ	マトウダイ	マナガツオ
220.0	374.0	318.0	153.0	402.0	144.0	115.0	405.0	300.0
180.0	308.0	270.0	118.0	339.0	114.0	86.7	334.0	200.0
46.2	73.0	77.5	38.6	109.8	49.7	37.4	139.0	53.0
22.2	142.0	60.0	52.3	81.0	67.0	31.6	180.0	129.0
23.7	32.7	40.5	17.6	62.3	29.8	13.6	52.0	31.6
63.0	603.0	300.0	56.3	705.0	103.0	23.0	1345.0	347.0
26.9	276.0	62.7	61.0	165.8	56.0	30.9	188.0	134.0
40.7	32.1	16.0	16.7	45.8	19.9	22.1	37.0	71.0
19.9	209.0	32.0	24.2	121.9	19.2	16.1	131.3	120.0
17.8	34.0	18.6	14.5	40.1	20.0	19.7	35.5	107.0
9.9	74.1	28.1	11.2	28.6	16.0	4.7	49.7	42.8
14.0	83.0	38.2	18.5	43.0	19.7	10.0	61.0	50.8
24.5	73.5	23.1	23.9	60.5	22.9	27.8	74.2	33.1
41.0	55.6	44.7	35.2	63.0	28.3	23.1	69.5	106.6
43.6	59.7	55.9	38.4	65.0	31.2	23.5	75.1	91.0
40.1	58.2	55.1	36.3	65.0	29.5	24.2	72.4	107.4
28.8	15.4	31.3	11.7	47.2	21.0	18.7	65.0	18.0
33.0	16.5	39.5	14.5	38.4	25.0	21.8	93.0	15.0
16.0	15.0	12.5	11.0	29.0	1.2	1.8	10.0	4.2
28.5	15.0	13.0	10.0	26.0	1.2	2.4	8.0	4.0
0.9	2.4	12.4	1.6	4.5	5.8	3.2	2.0	1.5
130	9	43	20	21	20	11	16	10
9.4	11.9	16.2	10.3	17.0	10.1	8.1	25.3	9.8
3.40	7.50	5.60	4.80	6.30	3.20	1.85	10.71	7.50
3.30	1.20	3.80	3.20	4.40	2.20	2.45	5.30	6.50
2.30	2.50	1.40	1.00	3.00	1.30	1.00	3.50	4.00
44	17	32	41	26	17	17	51	42
1.90	2.70	3.49	4.34	4.70	2.40	1.85	2.75	3.00
2.70	4.30	4.73	6.39	7.20	3.80	1.90	6.27	4.70
1.70	2.20	3.83	5.48	3.50	2.40	1.55	3.74	2.50
3.90	5.00	7.55	4.91	6.30	3.10	2.60	6.72	4.90
5.30	7.40	11.04	8.90	10.00	4.70	3.30	9.78	6.31
2.50	3.30	5.52	5.25	4.80	3.10	1.90	6.42	4.30
1.40	2.60	7.55	3.65	6.90	3.20	1.47	3.82	4.00
4.20	2.60	4.73	3.65	5.60	3.10	1.50	5.04	3.40
1.80	2.60	2.03	3.54	3.50	3.00	1.50	4.43	2.30
*	23.1	193.8	92.0	180.0	102.0	37.0	270.0	575.0
65.0	45.2	78.9	24.0	70.0	30.9	18.6	70.0	40.5
*	18.6	16.0	5.5	14.0	14.8	7.3	9.1	8.5
*	5	165	4	200	7	4	291	1246
21.9	30.3	57.4	49.8	79.0	66.2	31.6	177.0	114.1
24.6	122.0	37.5	17.6	64.0	26.6	14.3	52.3	28.9
10.5	21.2	19.2	21.3	52.0	57.9	9.7	108.5	56.6

Suppl. table 2-1. Continued.

Species number			230	231	232	233
Item number	Item	測定項目	マルアジ	マルイボダイ	ミシマオコゼ	ムシガレイ
1	Total length	全長	210.0	187.0	230.0	288.0
2	Body length	体長	176.0	140.0	179.0	238.0
3	Head length	頭長	47.1	45.3	58.0	67.0
4	Body depth	体高	36.8	66.5	39.3	98.5
5	Body width	体幅	23.8	23.5	38.9	18.6
6	Body weight	体重	81.0	109.0	175.6	213.0
7	Dorsal base length	背鰭基底長	97.2	86.0	85.8	214.0
8	Dorsal fin length	背鰭軟条長	19.6	13.9	28.4	26.3
9	Anal base length	臀鰭基底長	64.3	55.8	64.5	162.0
10	Anal fin length	臀鰭軟条長	17.8	13.0	19.4	28.0
11	Pectoral base length	胸鰭基底長	12.9	20.2	6.4	31.8
12	Pectoral fin length	胸鰭軟条長	18.8	28.4	28.7	35.8
13	Caudal fin length (1)	尾鰭軟条長 (1)	21.6	19.6	52.9	49.6
14	Caudal fin length (2)	尾鰭軟条長 (2)	38.4	45.1	48.5	43.5
15	Caudal fin length (upper hem)	尾鰭軟条上縁長	39.6	49.6	51.8	45.5
16	Caudal fin length (lower hem)	尾鰭軟条下縁長	40.7	46.8	49.2	44.6
17	Gape width	口裂内幅長	13.7	9.6	33.5	20.1
18	Gape height	口裂高	19.7	10.0	22.5	27.5
19	Upper jaw teeth length	上顎歯長	1.9	4.5	10.0	8.0
20	Lower jaw teeth length	下顎歯長	2.0	5.0	18.0	9.5
21	Gill raker length	鰓耙長	6.0	2.5	0.4	5.0
22	Number of gill raker	鰓耙数	50	23	11	22
23	Eye diameter	眼径	11.8	11.4	8.5	11.1
24	Olfactory rosette length	嗅房長	4.10	3.60	2.20	3.80
25	Olfactory rosette width	嗅房幅	2.30	4.00	0.80	2.60
26	Olfactory rosette height	嗅房高	1.70	3.00	1.80	1.60
27	Number of olfactory lamina	嗅板数	50	22	12	13
28	Olfactory lobe length	嗅葉長	2.30	1.20	1.50	2.40
29	Olfactory lobe width	嗅葉幅	3.60	3.40	2.70	4.00
30	Olfactory lobe height	嗅葉高	2.00	2.20	1.60	1.50
31	Optic lobe length	視葉長	5.60	5.10	2.50	4.90
32	Optic lobe width	視葉幅	8.00	7.30	3.40	6.10
33	Optic lobe height	視葉高	4.10	4.40	1.85	2.80
34	Cerebellum length	小脳冠長	4.60	3.50	1.10	3.00
35	Cerebellum width	小脳冠幅	3.10	2.80	1.40	2.80
36	Cerebellum height	小脳冠高	2.30	1.60	0.75	2.40
37	Intestine length	腸長	89.0	430.0	130.0	75.9
38	Stomach length	胃長	27.5	36.8	56.0	46.4
39	Pyloric caecum length	幽門垂長	16.2	5.3	14.1	11.8
40	Number of pyloric caecum	幽門垂数	27	71	10	4
41	Body cross section depth	体断面高	38.8	63.7	40.8	19.1
42	Body bisection depth	体断面½高	21.6	23.9	38.8	89.7
43	Body cross section width	体断面幅	14.9	22.4	17.1	13.4

234	235	237	238	240	241	245	247	249	250
ムラサキシタビラメ	メイタガレイ	メゴチ	メブトカンダリ	ヤキインハゼ	ヤナギムシガレイ	ヤリヒゲ	ヨロイイタチウオ	リニエソ	ワニギス
292.0	237.0	202.0	149.0	198.0	186.0	224.0	322.0	437.0	126.0
272.0	181.0	169.0	110.0	140.0	153.0	223.3	301.0	361.0	119.0
56.4	41.0	63.0	34.3	37.5	27.9	48.7	68.0	86.4	28.6
73.6	96.5	25.8	37.5	21.8	45.9	24.3	60.5	60.0	25.3
10.5	20.0	37.5	18.2	17.2	9.3	17.7	34.4	57.0	16.2
90.7	159.0	73.3	35.0	30.0	35.5	21.0	224.5	675.0	18.0
270.0	164.5	81.8	62.3	73.6	136.0	146.3	215.0	47.0	56.3
12.3	27.2	25.0	17.6	15.0	14.9	19.1	22.0	71.5	17.6
213.0	136.0	51.5	22.2	48.6	117.0	137.0	178.0	37.0	41.4
12.9	27.8	15.0	20.1	16.4	15.7	8.0	20.0	34.1	14.0
—	26.0	1.1	9.4	2.5	14.4	9.2	17.1	14.6	10.1
—	31.8	8.4	15.3	15.3	16.5	13.6	32.5	26.9	12.5
20.1	59.0	36.0	39.5	59.0	34.3	2.3	21.5	36.7	15.5
15.2	44.3	31.1	19.3	23.5	26.7	0.0	19.6	72.1	23.7
15.1	48.7	32.7	20.8	24.0	28.8	0.0	19.5	81.3	22.7
15.1	48.4	29.8	18.8	23.2	26.1	0.0	19.9	61.2	22.6
12.9	8.9	31.0	17.5	20.7	5.8	12.4	34.0	50.3	22.4
8.4	7.8	27.0	20.0	19.3	8.4	11.7	37.2	71.7	23.5
7.5	7.5	1.5	2.2	13.0	3.3	5.0	6.4	43.0	7.0
8.0	7.5	2.0	2.8	13.0	3.4	4.0	5.7	64.0	17.0
—	0.8	3.1	3.6	2.0	0.9	0.6	4.2	1.5	1.8
—	8	10	26	12	13	6	5	146	14
4.6	12.9	14.0	7.0	4.9	9.0	8.4	10.4	14.2	4.5
5.40	4.00	3.20	2.60	4.10	3.50	1.90	4.50	4.90	1.60
3.00	2.40	2.00	2.60	1.40	1.90	1.90	2.60	4.20	1.60
1.30	2.80	0.80	1.50	0.70	1.80	1.00	2.10	3.00	0.50
53	16	32	14	3	18	21	19	47	14
2.40	2.00	2.20	1.90	1.50	2.30	1.40	*	3.10	1.20
2.50	3.60	3.20	2.60	2.50	3.30	2.00	*	3.60	1.75
1.70	2.00	1.70	1.30	1.20	1.75	1.10	*	2.10	0.85
3.10	4.00	3.50	2.10	2.00	3.80	2.80	*	6.10	4.20
3.00	5.60	5.10	3.60	2.85	5.00	3.60	*	8.00	3.00
2.40	2.40	2.20	1.25	1.25	2.10	1.95	*	4.00	1.65
2.20	1.90	2.10	1.30	1.50	2.15	2.05	*	2.80	1.40
2.25	2.30	2.00	2.30	1.40	2.60	1.80	*	2.30	1.50
1.50	2.20	0.80	0.90	1.00	1.70	0.60	*	0.40	1.10
105.0	237.0	101.9	75.2	96.0	52.0	80.0	367.5	188.0	35.0
51.0	40.5	46.0	25.7	32.8	17.0	17.7	49.9	142.0	26.4
—	14.2	14.0	9.7	—	3.8	7.0	10.3	14.9	4.3
—	4	7	10	—	7	12	11	20	6
10.7	21.9	20.2	36.1	20.1	8.8	27.3	56.2	55.2	25.7
62.1	82.7	28.6	19.4	17.5	37.5	17.8	33.4	58.4	19.7
8.6	15.3	19.8	19.8	14.4	7.0	21.2	45.7	35.1	17.3

Suppl. table 3-1. 群集別・魚種別胃内餌生物組成（尾数，100 尾換算）
Food composition at full stomach by species and by associations. (in number, per 100 predators)

Association A

Species number				144	84	88	104	241	141	238
Species name		種	名	タチウオ	キグチ	クサウオ	コウライガジ	ヤナギムシガレイ	ソウハチ	メブトカンダリ
Pisces	Large	魚類	大	4					1	
	Medium		中	9		2			1	
	Small		小	267	51	6	1		8	3
Macrura	Large	エビ類	大							
	Medium		中		2					
	Small		小	3	39	1582	4	72	68	9
Decapoda		イカ類		3	4	10			1	
Brachyura		カニ類				4	2	2		
L. aculeocaudata		マルソコシラエビ		252	83				14	4
Euphausiacea		オキアミ類		1961	496	216	25	1	4196	
Mysidacea	Large	アミ類	大	97	2					
	Small		小		26	98	2	121	19	103
Copepoda		かい脚類		1	221		1		1	397
Stomatopoda		シャコ類			2					
Sedentaria		多毛類			4	2	2	23	4	2
Sagittidae		ヤムシ		174	90				1	16
Salpida		サルパ							1	
Gastropoda		貝類					37			
Gammaridea		ヨコエビ類			1	57	104	438	50	3
Hyperiidea		クラゲノミ類		70	6	6			30	1
Other crustaceans	Planktonic	その他の甲殻類	浮遊性	2	1					
	Benthic		底生性				7	40	4	2
Other animals	Planktonic	その他の動物	浮遊性	2	1					
	Benthic		底生性				162	3	2	
Number of specimens		測定尾数		380	231	52	567	246	501	594
Number of empty stomach		空胃尾数		61	7	7	356	159	244	116

Species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

Association B

70	216	111	222	156	41	144	20	79	235	84
カナガシラ	マアナゴ	コニベ	マダラ	テナガミズテング	イワハダカ	タチウオ	アブオコゼ	ガンギエイ	メイタガレイ	キグチ
	4			6		4				
2	23		4	12		6		1		1
10	153	1	32	33		37	1	57		12
								2		
				2				10		3
46	47	18	198	22	2	7	2	231	4	23
2	4			2		3		6		3
4	2	1	7	4		1		2		1
373	2				14	935	27	725	2	60
1				29	278	2234	134		1	674
										8
121		19		4	2	189	7	370	1	83
		13		2	103	65	22			180
1				2		1		25		1
2	2	2	2						76	1
		4		10	2	153				20
										2
									1	
168		38			2		6	2	1612	4
2		2			3	152	47			8
					36	28	8			3
52							1		5	1
			18		5	11				1
14	5	2	2						16	
167	69	136	59	83	64	1284	125	105	242	2255
73	12	11	3	32	0	437	35	6	53	603

Suppl. table 3-1. Continued.

111	153	216	234	38	130	226	183	200	41	157
コ ニ ベ	ツマリエツ	マアナゴ	ムラサキシタビラメ	イヌノシタ	シログチ	マナガツオ	ハ モ	フウセイ	イワハダカ	テンジクダイ
		4					5			
		13			2		9			
3	2	46	4	6	25		6	18		3
							11			
					1		2			
25	8	17	16	22	44	(4)	5	43	2	5
1	1	2			7		3	3		
4		27	7	4	25		40	3		
14	34		5	45	19	7		21	5	17
61	316			7	91	24		86	72	117
1	21		10					28	142	
10	43			1	12			3	4	12
21	9				55	2		28		11
3		4	3	22	13		39	2		
10		4	33	74	8			1		
2	6				6	4		7	3	12
					1	70		1		
			1							
37	1	10	45	115	2			3	1	3
16	1					14		2	8	4
8	3			1	2	1		1	22	3
1			3	5	5			2		
1	1	6			9	54		1	2	
2			7	8			1			
881	558	92	338	230	256	287	333	158	1012	850
225	145	40	141	145	171	151	118	39	126	96

Association C

250	113	213	238	144	249	217	232	130	86	237
ワニギス	コモチジャコ	ホタルジャコ	メブトカンダリ	タチウオ	ワニエソ	マエソ	ミシマオコゼ	シログチ	キントキダイ	メゴチ
				2	7		1			
				3	20	2	4	5		
2	1	1	5	84	73	81	28	20	15	32
					1		6			
					13	2	3	16		12
3	5	10	2	7	22	23	23	93	33	63
				8	13	4	4		7	1
	1						4	9	5	13
34	11	77	21	712	1	3	2	121	570	3
136	98	162	733	2389				11	640	1
								2	7	
1	2	1	69	1	1	1	1	10	99	57
3	18	123	119	18				1	208	1
1				5	1		11	11		5
	2		1					1		4
1	69	11	21	7					1	
									1	
	19						1	1		3
4	17	5	9	7					208	
2	1	2		52				1	96	
1	1		4					7	4	1
		1		6	1	2			100	
150	364	139	281	3002	3451	913	1180	234	1321	518
8	122	10	70	903	1572	415	395	82	117	143

Suppl. table 3-1. Continued.

189	27	61	159	224	150	23	245	225	79	235
ヒメジ	イゴダカホデリ	オニカナガシラ	トゲカナガシラ	マトイシモチ	チョウチョウエソ	アンコウ	ヤリヒゲ	マトウダイ	ガンギエイ	メイタガレイ
						17		1		
						35		14	6	
9	31	15	9	28	94	39	5	39	53	
						1			3	
1	4	1	4	9	1	4		16	48	
57	37	38	24	72	26	8	96	82	158	4
5	2	2		11	5	6	1	1	7	
15	14	20	38	2		2	20		8	1
446	377	382	154	6	3		28		104	21
1		1		49			297	1		
1					1					
2	39	9	5	11	4		16	8	15	61
3	1			4			45		2	
3	15	2	1			3	19		9	1
	9	3					7			55
										1
22	11	51	21	4			285		5	152
1				6			5			
1	6	8	6		1		4			
1	2	21	6	6			10		1	1
9	6	1	3				1		1	
	4									28
1335	285	487	88	60	604	519	658	122	466	215
747	67	190	8	13	286	292	48	48	55	60

226	40	145	85	64	165	169	143	34	10	50
マナガツオ	イボダイ	タマガンゾウビラメ	キダイ（レンコダイ）	カイワリ	ナガサキトラザメ	ニラミオコゼ	ソコハリゴチ	イソキホウボウ	アカグツ	ウマヅラハギ
		1	1	3	4	9				
		42	30	133	32	26		29	3	1
								1		
		2	5		4	6		26	1	
(2)		108	154	200	26	23	32	125	47	1
		2	11	8	55	4				
		9	10	8	34	3	129	8	163	
2		2		253	15	4	2	54		
19	56	1	1	8						
					2	1		3		
2		13	3	57		6	27	251		
6	26			16			1			69
		5	11	1	21	20	10	14	254	
		2	8				2		1	
62										
242	30									
					2				12	10
		1	13	29		1	9	8		1
37	15			29						4
		2	3		2	1		3	9	1
40	3			14						14
			8		30				13	7
67	256	222	153	185	61	105	130	110	101	266
15	47	71	66	90	14	25	39	31	31	148

Suppl. table 3 1. Continued.

3	93	81	213	250	157	191	41	113	118	154
アオミシマ	クログチ	ガンゾウビラメ	ホタルジャコ	ワニギス	テンジクダイ	ヒメスミクイウオ	イワハダカ	コモチジャコ	サイウオ	ツマリツメザメ
2										
32	8	2								2
11	15	39	12	5	6	2			1	29
9	1									
9	3									13
49	57	186	3	4	15	3		9	2	33
	6		2	2		3				20
9	1	4				1				2
		6	30	21	7	27	1	1	1	233
	276		180	59	141	91	29	4	72	
					2					31
	39	39	3	9	10	6		2	1	
	16		2303	70	333	1514	480	25	4	
		10		2				1		4
		4								44
	6		160	8	4	45	13		2	
										11
	19		2	18	9		1	25	2	
			8	17	3	18	4	2	2	
	3		17	30	1	52	48	2	2	
	6			3	5	1		16		2
			22	1	1	1	36			
										18
47	97	78	2536	1854	215	779	787	133	259	64
0	19	29	192	200	43	45	51	25	40	19

Association D

144	130	157	41	49	15	245	250	213
タチウオ	シログチ	テンジクダイ	イワハダカ	ウバゴチ	アカムツ	ヤリヒゲ	ワニギス	ホタルジャコ
7								
6	3							
34	33	2		12	4	12	3	28
	3							
4	38	1	3	53		47	1	
3	7							6
	22			14		7		
263		5	35	88	18	44	29	27
256	626	303	66	1	69	7	26	904
5		2	1	11	3	12	9	
69	26	8	239	1	1499	49	91	9
1	33	3		10		26		4
	1			3		9		
46	13	16	14	1	21		9	
	4	11		23	1	200		
210		3	9		1	14	3	10
6		3	252		50		16	
		4				7		
14			5					4
538	89	169	280	267	102	46	72	75
303	17	49	11	123	8	3	3	8

Suppl. table 3-2. 魚種間の胃内餌生物組成の類似度
Degree of similarity on food composition between fishes in each association.

Association A

Species number	144	84	88	104	241	141	238	70	216	111	222	156	41
種 名	タチウオ	キグチ	クサウオ	コウライガジ	ヤナギムシガレイ	ソウハチ	メブトカンダリ	カナガシラ	マアナゴ	コニベ	マダラ	テナガミズテング	イワハダカ
π	0.497	0.297	0.651	0.323	0.436	0.909	0.577	0.293	0.445	0.225	0.586	0.161	0.446
		0.881	0.133	0.122	0.002	0.935	0.006	0.110	0.129	0.011	0.023	0.565	0.916
			0.178	0.117	0.026	0.764	0.382	0.153	0.106	0.169	0.079	0.610	0.949
				0.053	0.200	0.150	0.037	0.126	0.286	0.374	0.972	0.405	0.131
					0.509	0.118	0.012	0.242	0.036	0.463	0.028	0.080	0.122
						0.016	0.076	0.462	0.046	0.878	0.152	0.079	0.011
							0.002	0.011	0.006	0.014	0.016	0.410	0.875
								0.080	0.013	0.345	0.023	0.065	0.334
									0.064	0.464	0.103	0.082	0.047
										0.125	0.436	0.682	0.003
											0.339	0.233	0.100
												0.437	0.008
													0.480

Association D

Species number	144	130	157	41	49	15	245	250	213
種 名	タチウオ	シログチ	テンジクダイ	イワハダカ	ウバゴチ	アカムツ	ヤリヒゲ	ワニギス	ホタルジャコ
π	0.218	0.606	0.708	0.324	0.244	0.812	0.253	0.289	0.832
		0.532	0.524	0.299	0.522	0.161	0.216	0.499	0.503
			0.992	0.204	0.051	0.086	0.064	0.279	0.983
				0.199	0.031	0.073	0.069	0.267	0.995
					0.093	0.637	0.179	0.802	0.176
						0.017	0.499	0.265	0.032
							0.195	0.815	0.056
								0.280	0.037
									0.243

Species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

Association B

Species number	144	20	79	235	84	111	153	216	234	38
種　名	タチウオ	アブオコゼ	ガンギエイ	メイタガレイ	キグチ	コニベ	ツマリエツ	マアナゴ	ムラサキシタビラメ	イヌノシタ
π	0.407	0.329	0.351	0.882	0.420	0.139	0.519	0.191	0.196	0.225
		0.934	0.362	0.001	0.926	0.679	0.947	0.013	0.032	0.156
			0.183	0.037	0.933	0.776	0.910	0.016	0.050	0.133
				0.004	0.134	0.259	0.153	0.131	0.147	0.307
					0.006	0.314	0.004	0.134	0.606	0.649
						0.710	0.968	0.024	0.023	0.079
							0.641	0.228	0.514	0.543
								0.012	0.026	0.079
									0.359	0.267
										0.958

130	226	238	183	200	41	157	250	113	213
シログチ	マナガツオ	メブトカンダリ	ハ　モ	フウセイ	イワハダカ	テンジクダイ	ワニギス	コモチジャコ	ホタルジャコ
0.142	0.275	0.575	0.227	0.179	0.379	0.410	0.555	0.255	0.306
0.668	0.261	0.911	0.003	0.764	0.430	0.968	0.974	0.787	0.830
0.722	0.297	0.903	0.002	0.791	0.441	0.948	0.917	0.810	0.842
0.262	0.039	0.064	0.052	0.285	0.041	0.178	0.212	0.094	0.317
0.015	0.000	0.001	0.000	0.023	0.006	0.024	0.001	0.129	0.001
0.749	0.258	0.981	0.007	0.801	0.445	0.986	0.947	0.798	0.879
0.853	0.243	0.627	0.087	0.848	0.339	0.715	0.628	0.735	0.724
0.641	0.251	0.985	0.003	0.743	0.501	0.988	0.982	0.758	0.762
0.383	0.072	0.005	0.516	0.272	0.006	0.034	0.016	0.049	0.017
0.200	0.014	0.004	0.148	0.212	0.151	0.041	0.025	0.144	0.042
0.207	0.029	0.052	0.138	0.195	0.037	0.112	0.114	0.200	0.149
	0.260	0.649	0.263	0.930	0.309	0.717	0.626	0.685	0.818
		0.246	0.004	0.251	0.134	0.267	0.251	0.259	0.228
			0.001	0.718	0.435	0.977	0.965	0.759	0.795
				0.085	0.001	0.006	0.799	0.010	0.004
					0.567	0.700	0.726	0.759	0.810
						0.452	0.439	0.371	0.347
							0.978	0.844	0.830
								0.746	0.789
									0.734

Suppl. table 3-2. Continued.

Association C

Species number	144	249	217	232	130	86	237	189	27
種 名	タチウオ	ワニエソ	マエソ	ミシマオコゼ	シログチ	キントキダイ	メゴチ	ヒメジ	イゴダカホデリ
π	0.571	0.277	0.508	0.189	0.254	0.214	0.220	0.609	0.470
		0.034	0.044	0.037	0.273	0.754	0.030	0.286	0.283
			0.923	0.875	0.315	0.036	0.530	0.063	0.113
				0.784	0.301	0.047	0.491	0.090	0.142
					0.528	0.070	0.725	0.128	0.171
						0.561	0.545	0.776	0.809
							0.128	0.547	0.583
								0.120	0.187
									0.985

61	159	224	158	23	245	225	79	235	226
オニカナガシラ	トゲカナガシラ	マトイシモチ	トカゲエソ	アンコウ	ヤリヒゲ	マトウダイ	ガンギエイ	メイタガレイ	マナガツオ
0.492	0.357	0.200	0.521	0.225	0.259	0.330	0.233	0.292	0.390
0.284	0.267	0.470	0.042	0.022	0.637	0.026	0.143	0.032	0.071
0.073	0.106	0.514	0.912	0.843	0.074	0.687	0.507	0.012	0.004
0.100	0.127	0.462	1.006	0.638	0.072	0.639	0.457	0.014	0.006
0.134	0.202	0.715	0.774	0.671	0.181	0.837	0.730	0.053	0.005
0.793	0.844	0.606	0.292	0.196	0.251	0.604	0.934	0.137	0.010
0.569	0.586	0.476	0.046	0.016	0.562	0.054	0.360	0.111	0.104
0.129	0.206	0.734	0.499	0.339	0.223	0.809	0.727	0.275	0.011
0.990	0.943	0.150	0.084	0.029	0.120	0.115	0.551	0.155	0.005
0.990	0.964	0.164	0.139	0.066	0.110	0.128	0.580	0.184	0.004
	0.972	0.150	0.095	0.038	0.173	0.103	0.560	0.236	0.002
		0.203	0.122	0.065	0.194	0.161	0.625	0.240	0.004
			0.457	0.321	0.584	0.816	0.751	0.102	0.053
				0.621	0.071	0.629	0.446	0.023	0.002
					0.042	0.492	0.318	0.004	0.001
						0.212	0.236	0.609	0.057
							0.836	0.050	0.008
								0.126	0.007
									0.003

Association C

Species number	40	145	85	64	165	183	168	143	34	10	50
種　名	イボダイ	タマガンゾウビラメ	キダイ	カイワリ	ナガサキトラザメ	ハ　モ	ニラミオコゼ	ソコハリゴチ	イソキホウボウ	アカグツ	ウマヅラハギ
π	0.287	0.377	0.378	0.220	0.142	0.178	0.159	0.411	0.305	0.369	0.434
	0.730	0.027	0.015	0.214	0.053	0.010	0.043	0.005	0.056	0.002	0.008
	0.001	0.582	0.450	0.506	0.521	0.492	0.791	0.067	0.238	0.061	0.019
	0.001	0.597	0.447	0.499	0.399	0.284	0.660	0.067	0.227	0.051	0.022
	0.000	0.801	0.719	0.659	0.648	0.419	0.990	0.251	0.381	0.374	0.018
	0.059	0.619	0.608	0.948	0.398	0.114	0.544	0.219	0.487	0.181	0.017
	0.688	0.065	0.043	0.531	0.130	0.010	0.106	0.043	0.223	0.008	0.238
	0.013	0.816	0.738	0.644	0.417	0.226	0.739	0.406	0.885	0.223	0.024
	0.005	0.141	0.130	0.697	0.189	0.025	0.152	0.079	0.235	0.042	0.013
	0.002	0.152	0.120	0.751	0.223	0.047	0.208	0.097	0.321	0.068	0.010
	0.002	0.129	0.118	0.725	0.203	0.041	0.162	0.100	0.250	0.048	0.005
	0.001	0.197	0.182	0.779	0.298	0.163	0.223	0.286	0.287	0.155	0.009
	0.446	0.809	0.791	0.637	0.443	0.148	0.667	0.216	0.481	0.129	0.058
	0.000	0.593	0.440	0.493	0.395	0.270	0.651	0.071	0.246	0.050	0.017
	0.000	0.363	0.265	0.330	0.399	0.733	0.653	0.065	0.133	0.085	0.011
	0.601	0.232	0.283	0.260	0.111	0.035	0.180	0.150	0.165	0.096	0.113
	0.009	0.979	0.942	0.654	0.410	0.235	0.772	0.223	0.515	0.140	0.018
	0.004	0.819	0.802	0.917	0.472	0.176	0.714	0.239	0.546	0.177	0.024
	0.000	0.075	0.123	0.222	0.082	0.004	0.094	0.142	0.359	0.019	0.028
	0.507	0.009	0.008	0.025	0.002	0.000	0.005	0.004	0.010	0.001	0.062
		0.007	0.005	0.054	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.374
			0.981	0.664	0.422	0.162	0.722	0.317	0.541	0.223	0.018
				0.607	0.422	0.116	0.652	0.303	0.465	0.246	0.023
					0.449	0.138	0.639	0.192	0.550	0.101	0.066
						0.532	0.648	0.411	0.214	0.433	0.041
							0.606	0.563	0.066	0.350	0.004
								0.239	0.463	0.489	0.015
									0.306	0.603	0.011
										0.123	0.008
											0.012

Suppl. table 3-2. Continued.

Association C

3	93	81	213	250	157	191	41	113	118	154
アオミシマ	クログチ	ガンゾウビラメ	ホタルジャコ	ワニギス	テンジクダイ	ヒメスミクイウオ	イワハダカ	コモチジャコ	サイウオ	ツマリツノザメ
0.253	0.393	0.448	0.713	0.167	0.454	0.741	0.627	0.204	0.656	0.306
0.008	0.912	0.018	0.085	0.526	0.383	0.070	0.067	0.098	0.960	0.264
0.542	0.114	0.437	0.005	0.061	0.026	0.002	0.001	0.063	0.019	0.180
0.387	0.108	0.459	0.006	0.058	0.028	0.003	0.002	0.058	0.021	0.185
0.715	0.160	0.684	0.004	0.085	0.036	0.003	0.000	0.164	0.024	0.230
0.545	0.202	0.616	0.021	0.242	0.075	0.023	0.012	0.194	0.091	0.843
0.032	0.675	0.073	0.244	0.762	0.464	0.237	0.250	0.262	0.626	0.588
0.653	0.245	0.807	0.013	0.126	0.063	0.014	0.010	0.223	0.039	0.180
0.101	0.032	0.156	0.020	0.187	0.033	0.025	0.011	0.079	0.022	0.910
0.095	0.040	0.163	0.016	0.205	0.030	0.021	0.007	0.070	0.020	0.946
0.089	0.037	0.138	0.013	0.212	0.029	0.018	0.005	0.142	0.024	0.931
0.165	0.048	0.193	0.013	0.227	0.030	0.018	0.007	0.153	0.022	0.934
0.690	0.666	0.765	0.072	0.425	0.266	0.065	0.064	0.322	0.474	0.212
0.366	0.110	0.457	0.006	0.062	0.029	0.003	0.001	0.058	0.022	0.179
0.570	0.078	0.256	0.003	0.040	0.016	0.001	0.000	0.032	0.011	0.113
0.190	0.757	0.223	0.142	0.613	0.382	0.131	0.135	0.625	0.656	0.098
0.883	0.225	0.937	0.004	0.066	0.049	0.003	0.001	0.201	0.040	0.180
0.733	0.180	0.791	0.016	0.167	0.055	0.018	0.010	0.220	0.030	0.636
0.019	0.108	0.100	0.003	0.202	0.034	0.003	0.002	0.569	0.029	0.185
0.006	0.081	0.009	0.046	0.096	0.055	0.035	0.046	0.030	0.084	0.001
0.000	0.787	0.000	0.393	0.733	0.641	0.379	0.392	0.325	0.764	0.000
0.813	0.229	0.983	0.004	0.070	0.051	0.003	0.001	0.222	0.040	0.190
0.817	0.220	0.975	0.003	0.065	0.048	0.003	0.001	0.272	0.037	0.174
0.527	0.176	0.628	0.050	0.272	0.094	0.052	0.045	0.241	0.054	0.788
0.387	0.086	0.337	0.004	0.085	0.019	0.004	0.000	0.088	0.012	0.321
0.470	0.036	0.074	0.001	0.020	0.005	0.001	0.000	0.001	0.004	0.070
0.688	0.159	0.632	0.004	0.102	0.035	0.003	0.000	0.173	0.022	0.256
0.321	0.082	0.290	0.008	0.044	0.024	0.009	0.007	0.106	0.011	0.057
0.384	0.212	0.609	0.004	0.138	0.047	0.007	0.000	0.168	0.027	0.256
0.201	0.034	0.202	0.000	0.022	0.007	0.001	0.000	0.065	0.004	0.046
0.013	0.059	0.016	0.937	0.612	0.894	0.934	0.959	0.594	0.055	0.017
	0.183	0.785	0.002	0.040	0.035	0.002	0.000	0.183	0.022	0.143
		0.229	0.127	0.585	0.442	0.110	0.112	0.225	0.948	0.036
			0.003	0.065	0.049	0.003	0.000	0.215	0.032	0.184
				0.581	0.923	0.999	0.991	0.534	0.135	0.012
					0.777	0.573	0.612	0.660	0.518	0.201
						0.914	0.924	0.608	0.436	0.026
							0.992	0.530	0.117	0.016
								0.553	0.119	0.002
									0.140	0.058
										0.017

Suppl. table 3-3. 群集別・魚種別胃内餌生物組成（重量，100 尾換算）
Food composition by associations and fish species.
(in weight, per 100 predaters)

Association A

Species number				144	84	88	104	241	141	238
Species name		種	名	タチウオ	キグチ	クオサウ	コウライガジ	ヤナギムシガレイ	ソウハチ	メブトカンダリ
Pisces	Large	魚類	大	200.1					50.0	
	Medium		中	85.5		19.0			9.5	
	Small		小	347.1	66.3	7.8	1.3		10.4	3.9
Macrura	Large	エビ類	大							
	Medium		中		9.0					
	Small		小	3.9	58.5	2373.0	6.0	108.0	102.0	13.5
Decapoda		イカ類		6.0	8.0				2.0	
Brachyura		カニ類				0.8	0.4	0.4		
L. aculeocaudata		マルソコシラエビ		50.4	16.6				2.8	0.8
Euphausiacea		オキアミ類		11.37	2.88	1.25	0.15	0.01	24.34	
Mysidacea	Large	アミ類	大	0.97	0.02					
	Small		小		0.11	0.42	0.01	0.52	0.08	0.44
Copepoda		かい脚類		0.00	0.19		0.00		0.00	0.36
Stomatopoda		シャコ類			0.50					
Sedentaria		多毛類			1.20	0.60	0.60	6.90	1.20	0.60
Sagittidae		ヤムシ		0.66	0.34				0.00	0.10
Salpida		サルパ							0.00	
Gastropoda		貝類					11.10			
Gammaridea		ヨコエビ類			0.00	0.10	0.19	0.79	0.09	0.00
Hyperiidea		クラゲノミ類		0.20	0.02	0.02			0.08	0.00
Other crustaceans	Plank-tonic	その他の甲殻類	浮遊性	0.01	0.00					
	Benthic		底生性				0.02	0.14	0.41	0.00
Other animals	Plank-tonic	その他の動物	浮遊性	0.07	0.02					
	Benthic		底生性				81.00	0.01	0.70	

Species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

Suppl. table 3-3. Continued.

Association B

70	216	111	156	41	222	144	20	79	235	84
カナガシラ	マアナゴ	コニベ	テナガミズテング	イワハダカ	マダラ	タチウオ	アブオコゼ	ガンギエイ	メイタガレイ	キグチ
	200.0		300.0			200.0				
47.5	218.5		114.0		38.0	57.0		9.5		9.5
13.0	198.9	1.3	42.9		41.6	48.1	1.3	74.1		15.6
								14.0		
			9.0					45.0		13.5
69.0	70.5	27.0	33.0	3.0	297.0	10.5	3.0	346.5	6.0	34.5
4.0	8.0		4.0			6.0		12.0		6.0
0.8	0.4	0.2	0.8		1.4	0.2		0.4		0.2
74.6	0.4			2.8		187.0	5.4	145.0	0.01	12.0
0.01			0.17	1.61		12.96	0.77		0.01	3.91
										0.08
0.52		0.82	0.02	0.01		0.81	0.03	1.59	0.00	0.36
		0.01	0.00	0.09		0.06	0.02			0.16
0.25			0.50			0.30		6.25		0.25
0.60	0.60	0.60			0.60				22.8	0.30
		0.02	0.04	0.01		0.58				0.08
										0.00
									0.40	
0.30		0.07		0.00			0.01	0.00	2.90	0.01
0.01		0.01		0.01		0.43	0.13			0.02
				0.07			0.03			0.02
6.08							0.00		1.00	0.00
				0.02	0.40					0.02
2.80	1.00	0.60			0.40				3.20	

111	153	216	234	38	130	226	183	200	238	41
コニベ	ツマリエツ	マアナゴ	ムラサキシタビラメ	イヌノシタ	シログチ	マナガツオ	ハモ	フウセイ	メブトカンダリ	イワハダカ
		200.0					250.0			
		123.5			19.0		85.5			
3.9	2.6	59.8	5.2	7.8	32.5		7.8	23.4	6.5	
							77.0			
					4.5		9.0			
37.5	12.0	25.5	24.0	33.0	66.0		7.5	64.5	3.0	2.6
2.0	2.0	4.0			14.0		6.0	6.0		
0.8		5.4	1.4	0.8	5.0		8.0	0.6		
2.8	6.8		1.0	9.0	3.8	1.4		4.2	4.2	1.0
0.35	1.83			0.04	0.53	0.14		0.50	4.25	0.42
0.01	0.21		0.10					0.08		1.42
0.04	0.19			0.00	0.05			0.01	0.30	0.02
0.02	0.01				0.05	0.00		0.03	0.11	
0.75		1.00	0.75	5.50	3.25		9.75	0.50		
3.00		1.20	9.90	22.2	2.40			0.30	0.30	
0.01	0.02				0.02	0.02		0.03	0.08	0.01
					0.00	0.01		0.00		
			0.40							
0.07	0.00	0.02	0.08	0.21	0.00			0.01		0.00
0.05	0.00					0.04		0.01	0.03	0.02
0.06	0.01			0.00	0.01	0.00		0.00		0.09
0.02			0.03	0.03	0.08			0.20	0.05	
0.05	0.05	0.09						0.00		0.01
0.40			1.40	3.20	0.18	0.09	0.00			

Suppl. table 3-3. Continued.

Association C

157	250	113	213	144	249	217	232	130	86	237
テンジクダイ	ワニギス	コモチジャコ	ホタルジャコ	タチウオ	ワニエソ	マエソ	ミシマオコゼ	シログチ	キントキダイ	メゴチ
				100.0	350.0		50.0			
				28.5	190.0	19.0	38.0	47.5		
3.9	2.6	1.3	1.3	109.2	94.9	105.3	36.4	26.0	19.5	41.6
					7.0		42.0			
					58.5	9.0	13.5	72.0		54.0
7.5	4.5	7.5	15.0	10.5	33.0	34.5	34.5	139.5	49.5	94.5
				16.0	26.0	8.0	8.0		14.0	2.0
		0.2					0.8	1.8	1.0	2.6
3.4	6.8	2.2	15.4	142.4	0.20	0.60	0.40	24.2	114.0	0.6
0.68	0.79	0.57	0.94	13.86				0.06	3.71	0.01
								0.02	0.07	
0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.43	0.25
0.01	0.00	0.02	0.11	0.02				0.00	0.19	0.00
	0.25			1.25	0.25		2.75	2.75		1.25
		0.60								1.20
0.05	0.00	0.26	0.04	0.03					0.00	
									0.00	
0.01		0.03					0.00			0.01
0.01	0.01	0.05	0.01	0.02					0.58	
0.01	0.01	0.01	0.01	0.24				0.00	0.43	
	0.00	0.00						0.11	0.06	0.00
			0.00	0.21	0.02	0.07			1.91	

189	27	61	159	154	224	150	23	183	245	225
ヒメジ	イゴダカホデリ	オニカナガシラ	トゲカナガシラ	ツマリツノザメ	マトイシモチ	チョウチョウエソ	アンコウ	ハ モ	ヤリヒゲ	マトウダイ
							850.0	550.0		50.0
				19.0			332.5	209.0		133.0
11.7	40.3	19.5	11.7	37.7	36.4	122.2	50.7	18.2	6.5	50.7
							7.0	28.0		
4.5	18.0	4.5	18.0	58.5	40.5	4.5	18.0	18.0		72.0
85.5	55.5	57.0	36.0	49.5	108.0	39.0	12.0	9.0	144.0	123.0
10.0	4.0	4.0		40.0	22.0	10.0	12.0	175.0	2.0	2.0
3.0	2.8	4.0	7.6	0.4	0.4		0.4	136.3	4.0	
89.2	75.4	76.4	30.8	46.6	1.2	0.6			5.6	
0.01		0.01			0.28				1.72	0.20
0.01		0.04		0.31		0.01				
0.01	0.17		0.02		0.05	0.02			0.07	0.03
0.00	0.00				0.00				0.04	
0.50	3.75	0.50	0.25	1.00			0.75	60.0	4.75	
	2.70	0.90		13.20					2.10	
				3.30						
0.04	0.02	0.09	0.04		0.01				0.51	
0 00					0.02				0.01	
0 00	0.03	0.02	0.02			0.01			0.02	
0.00	0.10	1.77	0.02	0.01	0.09				0.23	
0.45	0.21	0.02	0.15						0.05	
	0.02			9.00						

Suppl. table 3 3. Continued.

79	235	226	40	145	81	85	64	165	169	143
ガンギエイ	メイタガレイ	マナガツオ	イボダイ	タマガンゾウビラメ	ガンゾウビラメ	キダイ（レンコダイ）	カイワリ	ナガサキトラザメ	ニラミオコゼ	ソコハリゴチ
57.0				9.5	19.0	9.5	28.5	38.0	85.5	
68.9				54.6	50.7	39.0	172.9	41.6	33.8	
21.0										
216.0				9.0		9.0		18.0	27.0	
237.0	6.0			162.0	279.0	231.0	300.0	39.0	29.9	48.0
14.0				4.0		22.0	16.0	110.0	8.0	
1.6	0.2			1.8	0.8	2.0	1.6	6.8	0.6	25.8
20.8	4.2	0.4		0.4	1.2		50.6	3.0	0.8	0.4
		0.11	0.32	0.01		0.01	0.05			
								0.02	0.01	
0.06	0.26	0.01		0.06	0.17	0.01	0.25		0.03	0.12
0.00		0.01	0.02				0.01			0.00
2.25	0.25			1.25	2.50	2.75	0.25	5.25	50.0	2.50
	16.5			0.60	1.20	2.40				0.60
		0.24								
		0.02	0.01							
	0.3							0.60		
0.01	0.27			0.00		0.02	0.05		0.00	0.02
		0.10	0.04				0.08			
0.02	0.02			0.05		0.38		0.07	0.05	
0.02		0.11	0.01				0.49			
	5.60					1.00		19.50		

34	10	50	3	93	213	250	157	191	41	113	118
イソキホウボウ	アカグツ	ウマヅラハギ	アオミシマ	クログチ	ホタルジャコ	ワニギス	テンジクダイ	ヒメスミクイウオ	イワハダカ	コモチジャコ	サイウオ
			100.0								
			304.0	76.0							
37.7	3.9	1.3	14.3	19.5	15.6	6.5	7.8	2.6			1.3
7.0			63.0	7.0							
117.0	4.5		40.5	13.5							
187.5	70.5	1.5	73.5	85.5	4.5	6.0	22.5	4.5		13.5	3.0
				12.0	4.0	4.0		6.0			
1.6	32.6		1.8	0.2				0.2			
10.8					6.0	4.2	1.4	5.4	0.2	0.2	0.2
				1.60	1.04	0.34	0.82	0.53	0.17	0.02	0.42
0.03							0.02				
1.08				0.17	0.01	0.04	0.04	0.03		0.01	0.00
		0.06		0.01	2.07	0.06	0.30	1.36	0.43	0.02	0.00
3.50	63.5					0.50				0.25	
	0.30										
				0.02	0.61	0.03	0.02	0.17	0.05		0.01
	3.6	3.0									
0.01		0.00		0.03	0.00	0.03	0.02		0.00	0.05	0.00
		0.01			0.02	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01
				0.01	0.06	0.10	0.00	0.17	0.21	0.01	0.01
0.60	1.80	0.01		0.02		0.01	0.08	0.00		0.09	
		0.04			0.26	0.04	0.01	0.04	0.10		
	6.50	1.40									

Suppl. table 4-1. 主要魚種の資源量および係数の推定値
Stock size and parameters of stock estimation for each of 8 major fish species computed based on annual catches and spawner recruitment relationship.

タチウオ (*Trichiurus lepturus*) Pm=11150 Rm=26478 a=6.45477 b=8.96861E-05

t	PN	Pw	Pz	R	P2	P3	P4	P5	P6	CN	Cw	S	Z	cF	F	E
1958	55136	204281	20791	20793	13553	8834	5758	3753	2446	6478	24000	0.6490	0.4324	0.1347	0.1447	0.1175
1959	54988	203488	20700	20795	13494	8795	5733	3737	2435	7404	27400	0.6343	0.4553	0.1543	0.1676	0.1347
1960	54205	198848	20142	20873	13189	8558	5578	3636	2370	8505	31200	0.6152	0.4858	0.1797	0.1981	0.1569
1961	53242	190662	19048	21352	12842	8114	5265	3432	2237	9774	35000	0.5925	0.5235	0.2101	0.2358	0.1836
1962	52493	180202	17568	22274	12650	7608	4807	3119	2033	11244	38600	0.5664	0.5685	0.2448	0.2808	0.2142
1963	52038	168915	15963	23460	12615	7165	4309	2723	1767	13001	42200	0.5361	0.6234	0.2852	0.3358	0.2498
1964	51568	157371	14374	24617	12577	6763	3841	2310	1460	14877	45400	0.5034	0.6864	0.3288	0.3987	0.2885
1965	50785	145746	12831	25562	12392	6331	3404	1933	1163	16795	48200	0.4678	0.7598	0.3763	0.4721	0.3307
1966	49415	133399	11254	26204	11957	5796	2961	1592	904	18596	50200	0.4295	0.8452	0.4273	0.5575	0.3763
1967	47310	119788	9580	26475	11254	5135	2489	1272	684	20063	50800	0.3896	0.9426	0.4805	0.6549	0.4241
1968	44355	104971	7851	26188	10316	4385	2001	970	496	21128	50000	0.3463	1.0604	0.5382	0.7727	0.4763
1969	40252	88770	6120	25062	9070	3573	1519	693	336	21130	46600	0.3064	1.1830	0.5915	0.8953	0.5250
1970	35046	72369	4551	22817	7678	2779	1094	465	212	19371	40000	0.2837	1.2598	0.6217	0.9721	0.5527
1971	29412	58285	3409	19530	6473	2178	788	311	132	16552	32800	0.2756	1.2890	0.6326	1.0013	0.5628
1972	24276	47241	2687	16208	5382	1784	600	217	86	13721	26700	0.2736	1.2961	0.6352	1.0085	0.5652
1973	20247	38915	2184	13629	4434	1472	488	164	59	11239	21600	0.2818	1.2665	0.6243	0.9789	0.5551
1974	17279	33194	1848	11590	3841	1250	415	138	46	9370	18000	0.2922	1.2302	0.6104	0.9426	0.5423
1975	15144	29236	1649	10108	3387	1122	365	121	40	7925	15300	0.3077	1.1787	0.5897	0.8910	0.5233
1976	13827	26877	1537	9180	3110	1042	345	112	37	6997	13600	0.3219	1.1336	0.5708	0.8459	0.5060
1977	13082	25605	1484	8644	2955	1001	335	111	36	6489	12700	0.3301	1.1083	0.5598	0.8206	0.4960
1978	12691	24905	1453	8384	2853	975	330	111	37	6268	12300	0.3319	1.1030	0.5575	0.8153	0.4939
1979	12434	24367	1417	8235	2782	947	324	110	37	6073	11900	0.3364	1.0895	0.5515	0.8018	0.4884
1980	12226	24048	1400	8055	2770	936	319	109	37	5948	11700	0.3379	1.0850	0.5494	0.7973	0.4865
1981	12091	23804	1397	7972	2722	936	316	108	37	5841	11500	0.3407	1.0767	0.5457	0.7890	0.4831

ワニエソ (*Saurida wanieso*) Pm=3000 Rm=8366.3 a=7.58023 b=3.33333E 04

t	PN	Pw	Pz	R	P2	P3	P4	P5	P6	CN	Cw	S	cF	F	E
1953	17904	85087	6076	6077	4259	2984	2091	1466	1027	2778	13200	0.6167	0.1777	0.1956	0.1551
1954	16485	75150	5348	6077	3748	2626	1841	1290	904	3071	14000	0.5901	0.2131	0.2397	0.1863
1955	16014	64890	4503	6819	3586	2212	1550	1086	761	3603	14600	0.5572	0.2571	0.2972	0.2250
1956	16107	55884	3700	7609	3799	1998	1232	864	605	4352	15100	0.5188	0.3082	0.3685	0.2702
1957	16213	48794	3110	8171	3948	1971	1037	639	448	5084	15300	0.4822	0.3571	0.4417	0.3136
1958	15963	43443	2711	8360	3940	1904	951	500	308	5512	15000	0.4555	0.3926	0.4987	0.3453
1959	15455	39488	2425	8324	3808	1795	867	433	228	5636	14400	0.4392	0.4143	0.5350	0.3647
1960	14880	36345	2196	8191	3656	1673	788	381	190	5650	13800	0.4267	0.4311	0.5641	0.3797
1961	14273	33519	1993	8006	3495	1560	714	336	162	5493	12900	0.4223	0.4369	0.5743	0.3849
1962	13733	31381	1840	7774	3381	1476	659	301	142	5295	12100	0.4217	0.4377	0.5757	0.3856
1963	13286	29879	1740	7554	3279	1426	622	278	127	5158	11600	0.4195	0.4406	0.5810	0.3882
1964	12906	28658	1664	7386	3169	1375	598	261	117	4954	11000	0.4232	0.4357	0.5723	0.3838
1965	12655	27955	1616	7243	3125	1341	582	253	111	4934	10900	0.4181	0.4425	0.5843	0.3899
1966	12393	27098	1563	7148	3028	1307	561	243	106	4802	10500	0.4201	0.4398	0.5795	0.3875
1967	12200	26534	1523	7037	3003	1272	549	236	102	4736	10300	0.4196	0.4406	0.5809	0.3882
1968	12025	26048	1493	6949	2953	1260	534	230	99	4686	10150	0.4183	0.4422	0.5838	0.3897
1969	11869	25581	1464	6880	2907	1235	527	223	96	4640	10000	0.4173	0.4436	0.5863	0.3909
1970	11726	25143	1435	6813	2871	1213	515	220	93	4617	9900	0.4149	0.4468	0.5920	0.3938
1971	11569	24667	1404	6742	2827	1191	03	214	91	4596	9800	0.4119	0.4507	0.5992	0.3973
1972	11393	24119	1368	6665	2777	1164	491	207	88	4535	9600	0.4113	0.4516	0.6007	0.3980
1973	11224	23650	1337	6573	2741	1142	479	202	85	4461	9400	0.4118	0.4509	0.5995	0.3975
1974	11078	23288	1315	6491	2707	1129	470	197	83	4424	9300	0.4102	0.4530	0.6033	0.3994
1975	10942	22900	1292	6431	2663	1110	463	193	81	4396	9200	0.4082	0.4557	0.6082	0.4017
1976	10801	22481	1265	6367	2626	1087	453	189	79	4324	9000	0.4094	0.4541	0.6054	0.4003
1977	10679	22195	1246	6289	2607	1075	445	186	77	4282	8900	0.4089	0.4549	0.6067	0.4010
1978	10568	21916	1230	6233	2571	1066	439	182	76	4243	8800	0.4084	0.4554	0.6078	0.4015
1979	10474	21656	1214	6188	2546	1050	435	179	74	4208	8700	0.4082	0.4557	0.6082	0.4017
1980	10386	21430	1199	6140	2526	1039	429	178	73	4168	8600	0.4086	0.4552	0.6074	0.4013
1981	10309	21251	1189	6095	2509	1032	425	175	73	4172	8600	0.4058	0.4590	0.6143	0.4047

Suppl. table 4-1. Continued.

マダイ (*Pagrus major*) Pm=1300 Rm=1828.8 a=3.82378 b=7.69231E-04

t	PN	Pw	Pz	R	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	CN	Cw	S	cF	F	E
1951	6076	26418	1743	1744	1287	951	702	518	383	283	209	205	890	0.7209	0.0387	0.0395	0.0337
1952	5974	25831	1702	1744	1257	928	685	506	374	276	204	278	1200	0.7100	0.0534	0.0549	0.0465
1953	5854	24968	1637	1757	1238	892	659	487	359	265	196	490	2090	0.6779	0.0961	0.1010	0.0837
1954	5613	23253	1503	1777	1191	839	605	447	330	244	180	628	2600	0.6538	0.1282	0.1373	0.1118
1955	5361	21219	1337	1809	1162	779	549	396	292	216	159	783	3100	0.6245	0.1674	0.1832	0.1461
1956	5076	18938	1150	1828	1129	726	486	343	247	182	135	944	3520	0.5905	0.2127	0.2391	0.1859
1957	4733	16502	957	1816	1079	667	428	287	202	146	108	1084	3780	0.5537	0.2617	0.3034	0.2291
1958	4314	14020	774	1753	1005	598	369	237	159	112	81	1172	3810	0.5175	0.3100	0.3710	0.2718
1959	3822	11624	609	1632	907	520	309	191	123	82	58	1184	3600	0.4854	0.3527	0.4350	0.3097
1960	3285	9425	469	1457	792	440	253	150	93	60	40	1122	3220	0.4586	0.3886	0.4920	0.3416
1961	2738	7496	356	1250	668	363	202	116	69	43	27	1001	2740	0.4385	0.4153	0.5367	0.3655
1962	2223	5875	268	1034	548	293	159	89	51	30	19	855	2260	0.4225	0.4367	0.5740	0.3847
1963	1765	4542	201	833	437	232	124	67	37	21	13	707	1820	0.4091	0.4546	0.6062	0.4007
1964	1375	3464	150	658	341	179	95	51	28	15	9	548	1380	0.4111	0.4519	0.6013	0.3983
1965	1071	2681	114	510	270	140	73	39	21	11	6	428	1070	0.4104	0.4528	0.6029	0.3992
1966	837	2084	88	400	209	111	58	30	16	9	5	329	820	0.4152	0.4464	0.5913	0.3934
1967	660	1644	70	315	166	87	46	24	13	7	4	249	620	0.4287	0.4284	0.5592	0.3772
1968	534	1336	57	252	135	71	37	20	10	5	3	200	500	0.4312	0.4250	0.5535	0.3742
1969	437	1093	47	208	109	58	31	16	9	4	2	160	400	0.4382	0.4157	0.5374	0.3659
1970	363	908	39	172	91	48	25	13	7	4	2	130	325	0.4449	0.4067	0.5221	0.3579
1971	305	765	33	144	77	41	21	11	6	3	2	107	268	0.4513	0.3983	0.5080	0.3503
1972	259	652	28	122	65	35	18	10	5	3	1	89	225	0.4556	0.3925	0.4984	0.3452
1973	222	560	24	105	56	30	16	8	4	2	1	75	190	0.4606	0.3858	0.4875	0.3392
1974	192	486	21	91	48	26	14	7	4	2	1	63	160	0.4690	0.3747	0.4695	0.3293
1975	169	428	19	79	42	23	12	6	3	2	1	54	137	0.4768	0.3643	0.4531	0.3200
1976	150	382	17	70	38	20	11	6	3	2	1	46	118	0.4864	0.3515	0.4330	0.3086
1977	135	347	15	63	34	18	10	5	3	1	1	39	101	0.5013	0.3316	0.4029	0.2910
1978	125	323	14	58	32	17	9	5	3	1	1	34	89	0.5144	0.3141	0.3770	0.2754
1979	118	307	14	54	30	16	9	5	3	1	1	30	79	0.5300	0.2934	0.3472	0.2571
1980	114	300	14	52	29	16	9	5	3	1	1	27	71	0.5470	0.2707	0.3157	0.2370
1981	113	300	14	51	28	16	9	5	3	1	1	24	64	0.5669	0.7442	0.2800	0.2136

キダイ (*Dentex tumifrons*)　Pm=9600 Rm=9946.6 a=2.81627 b=1.04167E-04

t	PN	Pw	pz	R	P2	P3	P4	P5	P6	CN	Cw	S	cF	F	E
1947	26358	61448	9939	9940	6479	4223	2753	1794	1169	9136	21300	0.4544	0.3942	0.5011	0.3466
1948	21385	44824	6929	9940	4517	2944	1919	1251	815	7634	16000	0.4457	0.4057	0.5204	0.3570
1949	18650	34650	4738	9481	4430	2013	1312	855	557	6997	13000	0.4304	0.4261	0.5553	0.3752
1950	15933	27748	3706	8146	4081	1907	867	565	368	6029	10500	0.4277	0.4297	0.5616	0.3784
1951	13753	23247	3174	7095	3484	1746	816	371	242	5029	8500	0.4384	0.4154	0.5369	0.3656
1952	12346	20646	2813	6422	3111	1528	765	358	162	4246	7100	0.4567	0.3911	0.4961	0.3439
1953	11474	19356	2631	5910	2933	1421	698	350	163	3557	6000	0.4852	0.3530	0.4355	0.3100
1954	11122	19017	2620	5633	2868	1423	689	338	170	3246	5550	0.5005	0.3326	0.4044	0.2918
1955	11099	19102	2662	5617	2820	1435	712	345	169	3167	5450	0.5061	0.3253	0.3934	0.2853
1956	11212	19351	2688	5682	2842	1427	726	360	175	3245	5600	0.5026	0.3298	0.4003	0.2894
1957	11270	19442	2692	5722	2856	1429	717	365	181	3449	5950	0.4886	0.3486	0.4286	0.3060
1958	11145	19053	2622	5728	2795	1395	698	350	178	3685	6300	0.4678	0.3763	0.4720	0.3307
1959	10749	18079	2451	5619	2679	1308	653	327	164	3894	6550	0.4412	0.4117	0.5305	0.3623
1960	10018	16484	2191	5347	2479	1182	577	288	144	3889	6400	0.4195	0.4407	0.5810	0.3883
1961	9054	14578	1899	4912	2243	1040	496	242	121	3633	5850	0.4086	0.4552	0.6073	0.4013
1962	8038	12762	1643	4388	2007	917	425	203	99	3055	4850	0.4264	0.4315	0.5648	0.3800
1963	7284	11661	1514	3899	1871	856	391	181	86	2530	4050	0.4538	0.3949	0.5024	0.3473
1964	6909	11238	1497	3642	1770	849	388	177	82	2275	3700	0.4690	0.3747	0.4695	0.3292
1965	6809	11136	1493	3607	1708	830	398	182	83	2171	3550	0.4778	0.3629	0.4509	0.3188
1966	6813	11186	1490	3600	1723	816	397	190	87	2254	3700	0.4677	0.3764	0.4722	0.3308
1967	6739	11007	1462	3593	1684	806	382	185	89	2425	3960	0.4433	0.4089	0.5257	0.3598
1968	6484	10387	1355	3536	1593	746	357	169	82	2447	3920	0.4286	0.4285	0.5596	0.3774
1969	6058	9590	1228	3314	1516	683	320	153	73	2306	3650	0.4259	0.4321	0.5659	0.3806
1970	5593	8844	1138	3044	1412	646	291	136	65	2024	3200	0.4416	0.4111	0.5296	0.3618
1971	5287	8427	1097	2846	1344	623	285	128	60	1769	2820	0.4645	0.3807	0.4792	0.3347
1972	5184	8373	1106	2756	1322	624	290	132	60	1591	2570	0.4878	0.3496	0.4302	0.3070
1973	5275	8640	1155	2776	1344	645	305	141	65	1508	2470	0.5056	0.3259	0.3944	0.2859
1974	5519	9134	1231	2884	1403	680	326	154	71	1504	2490	0.5168	0.3109	0.3724	0.2726
1975	5865	9782	1324	3050	1491	725	351	168	80	1595	2660	0.5174	0.3102	0.3713	0.2719
1976	6243	10437	1415	3249	1578	771	375	182	87	1794	3000	0.5042	0.3277	0.3970	0.2875
1977	6543	10873	1465	3440	1639	796	389	189	92	2058	3420	0.4814	0.3581	0.4434	0.3145
1978	6648	10908	1450	3543	1656	789	383	187	91	2341	3840	0.4498	0.4002	0.5112	0.3520
1979	6461	10389	1356	3511	1594	745	355	172	84	2488	4000	0.4222	0.4371	0.5746	0.3850
1980	6008	9465	1210	3316	1482	673	314	150	73	2527	3980	0.3926	0.4765	0.6473	0.4205
1681	5334	8206	1028	3004	1302	582	264	123	59	2567	3950	0.3422	0.5437	0.7847	0.4813

Suppl. table 4-1. Continued.

キグチ (*Pseudosciaena polyactis*) Pm=87000 Rm=100645.37 a=3.14445 b=1.14943E-05

t	PN	Pw	Pz	R	P2	P3	P4	P5	P6	CN	Cw	S	cF	F	E
1954	204563	266640	99683	99671	52098	27232	14234	7440	3889	37747	49200	0.5916	0.2111	0.2372	0.1845
1955	218397	295631	112831	99669	58970	30823	16111	8421	4402	42110	57000	0.5846	0.2206	0.2492	0.1928
1956	222088	313833	119271	96991	58264	34473	18019	9418	4923	45646	64500	0.5738	0.2350	0.2679	0.2055
1957	219811	318430	119034	95212	55649	33429	19779	10338	5404	49565	71800	0.5568	0.2576	0.2979	0.2255
1958	214658	309996	114074	95282	53011	30984	18612	11012	5756	53804	77700	0.5354	0.2861	0.3370	0.2506
1959	208517	292396	106746	96669	51015	28383	16589	9965	5896	58478	82000	0.5102	0.3198	0.3853	0.2804
1960	201780	269690	98440	98408	49318	26027	14480	8463	5084	64121	85700	0.4787	0.3618	0.4491	0.3178
1961	193992	245207	89440	99842	47104	23606	12458	6931	4051	68830	87000	0.4475	0.4033	0.5164	0.3548
1962	185603	221348	80534	100601	44681	21080	10564	5575	3102	80918	96500	0.3797	0.4937	0.6806	0.4360
1963	169651	185108	65483	100348	38202	16967	8005	4012	2117	77903	85000	0.3605	0.5193	0.7326	0.4592
1964	157398	160449	56776	97004	36174	13771	6116	2886	1446	78969	80500	0.3254	0.5661	0.8350	0.5017
1965	143708	137218	47593	92959	31567	11772	4481	1990	939	78024	74500	0.2917	0.6111	0.9444	0.5429
1966	128241	115140	38932	86598	27115	9207	3434	1307	581	74624	67000	0.2600	0.6533	1.0592	0.5819
1967	111452	94451	30946	78254	22520	7051	2394	893	340	68441	58000	0.2342	0.6878	1.1641	0.6141
1968	94200	76052	24185	68182	18324	5273	1651	561	209	59826	48300	0.2174	0.7102	1.2385	0.6351
1969	78023	60858	18949	57593	14821	3983	1146	359	122	50257	39200	0.2102	0.7197	1.2720	0.6441
1970	64297	49192	15164	47922	12106	3115	837	241	75	42087	32200	0.2019	0.7308	1.3122	0.6546
1971	53023	39771	12000	40055	9676	2444	629	169	49	35063	26300	0.1966	0.7378	1.3388	0.6613
1972	43286	32120	9628	32871	7875	1902	481	124	33	28840	21400	0.1927	0.7431	1.3590	0.6663
1973	35437	26015	7701	27103	6334	1518	367	93	24	23702	17400	0.1907	0.7458	1.3696	0.6688
1974	28916	21120	6235	22164	5168	1208	289	70	18	19442	14200	0.1879	0.7495	1.3841	0.6724
1975	23681	17167	5014	18251	4165	971	227	54	13	16002	11600	0.1853	0.7530	1.3984	0.6757
1976	19267	13905	4046	14883	3381	772	180	42	10	12886	9300	0.1907	0.7458	1.3695	0.6688
1977	15817	11484	3388	12145	2838	645	147	34	8	10606	7700	0.1893	0.7475	1.3765	0.6705
1978	13240	9539	2763	10246	2300	537	122	28	6	8855	6380	0.1907	0.7458	1.3696	0.6688
1979	10941	7922	2328	8418	1954	438	102	23	5	7265	5260	0.1945	0.7407	1.3497	0.6640
1980	9253	6701	1963	7126	1637	380	85	20	5	6076	4400	0.2003	0.7329	1.3203	0.6566
1981	7887	5755	1710	6035	1427	328	76	17	4	5071	3700	0.2112	0.7184	1.2673	0.6429

クログチ (*Atrobucca nibe*) Pm=13700 Rm=13603.6 a=2.699 b=7.29927E-05

t	PN	Pw	Pz	R	P2	P3	P4	P5	P6	CN	Cw	S	cF	F	E
1950	40077	65086	13602	13603	9533	6680	4682	3281	2299	3756	6100	0.6693	0.1076	0.1138	0.0937
1951	38889	62352	12991	13603	9105	6380	4471	3134	2196	4522	7250	0.6500	0.1333	0.1431	0.1163
1952	37434	58532	12049	13584	8841	5918	4147	2906	2037	5372	8400	0.6267	0.1644	0.1797	0.1435
1953	35678	53842	10899	13496	8513	5541	3709	2599	1821	6295	9500	0.5985	0.2019	0.2256	0.1764
1954	33541	48474	9639	13277	8078	5095	3316	2220	1556	7127	10300	0.5678	0.2429	0.2783	0.2125
1955	31035	42759	8330	12873	7539	4587	2893	1883	1260	7911	10900	0.5318	0.2909	0.3438	0.2549
1956	28074	36741	6984	12240	6846	4009	2439	1539	1001	8482	11100	0.4919	0.3442	0.4219	0.3021
1957	24637	30434	5612	11321	6020	3367	1972	1200	757	8500	10500	0.4557	0.3923	0.4982	0.3450
1958	20939	24432	4352	10056	5160	2744	1535	899	547	7970	9300	0.4259	0.4322	0.5660	0.3806
1959	17233	19151	3303	8549	4282	2197	1168	653	383	7082	7870	0.4006	0.4659	0.6272	0.4110
1960	13755	14687	2468	7005	3424	1715	880	468	262	5947	6350	0.3827	0.4897	0.6727	0.4324
1961	10727	11117	1828	5562	2681	1311	657	337	179	4825	5000	0.3683	0.5089	0.7112	0.4498
1962	8202	8306	1342	4317	2049	987	483	242	124	3772	3820	0.3599	0.5202	0.7343	0.4599
1963	6192	6174	985	3285	1554	737	355	174	87	2878	2870	0.3558	0.5256	0.7457	0.4648
1964	4646	4592	727	2473	1169	553	262	126	62	2175	2150	0.3530	0.5293	0.7536	0.4682
1965	3479	3416	539	1861	873	413	195	93	45	1629	1600	0.3529	0.5295	0.7539	0.4684
1966	2610	2554	401	1398	657	308	146	69	33	1226	1200	0.3516	0.5312	0.7576	0.4699
1967	1958	1909	299	1052	491	231	108	51	24	923	900	0.3503	0.5329	0.7612	0.4715
1968	1467	1426	223	790	368	172	81	38	18	689	670	0.3517	0.5311	0.7574	0.4699
1969	1102	1071	167	592	278	130	61	28	13	514	500	0.3540	0.5280	0.7507	0.4670
1970	831	809	127	446	210	98	46	21	10	388	378	0.3538	0.5282	0.7513	0.4673
1971	629	611	96	338	158	74	35	16	8	293	285	0.3546	0.5272	0.7490	0.4663
1972	477	463	72	256	120	56	26	12	6	219	213	0.3599	0.5201	0.7341	0.4599
1973	364	355	56	194	92	43	20	9	4	167	163	0.3609	0.5188	0.7315	0.4587
1974	279	273	43	150	70	33	16	7	3	127	124	0.3645	0.5140	0.7217	0.4544
1975	216	211	33	115	54	26	12	6	3	97	95	0.3687	0.5085	0.7102	0.4493
1976	168	165	26	90	43	20	9	4	2	74	73	0.3750	0.5000	0.6931	0.4417
1977	132	131	21	70	34	16	8	4	2	58	57	0.3801	0.4931	0.6795	0.4355
1978	106	105	17	56	27	13	6	3	1	45	45	0.3849	0.4869	0.6672	0.4298
1979	85	85	13	45	21	10	5	2	1	35	35	0.3982	0.4691	0.6332	0.4138
1980	70	70	11	36	18	9	4	2	1	28	28	0.4106	0.4525	0.6024	0.3989
1981	59	60	10	30	15	7	4	2	1	23	23	0.4214	0.4381	0.5764	0.3859

Suppl. table 4-1. Continued.

ハモ (*Muraenesox cinereus*) Pm=5500 Rm=8027 a=3.96699 b=1.81818E-04

t	PN	PW	Pz	R	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	CN	CW	S	cF	F	E
1956	15635	115612	7578	7579	6442	5476	3759	2580	1771	1216	834	2840	21000	0.6832	0.1962	0.2184	0.1816
1957	15588	115153	7545	7580	6442	5476	3741	2568	1763	1210	830	3141	23200	0.6651	0.2176	0.2453	0.2015
1958	15291	112190	7336	7592	6443	5476	3642	2488	1708	1172	805	3448	25300	0.6431	0.2434	0.2789	0.2255
1959	14792	106880	6970	7667	6453	5476	3522	2342	1600	1098	754	3709	26800	0.6201	0.2705	0.3154	0.2507
1960	14190	100071	6511	7786	6517	5485	3396	2184	1452	992	681	3970	28000	0.5936	0.3017	0.3591	0.2798
1961	13558	92415	5994	7907	6618	5540	3256	2015	1296	862	589	4254	29000	0.5626	0.3381	0.4127	0.3138
1962	12922	84390	5451	7996	6721	5625	3117	1832	1134	729	485	4517	29500	0.5301	0.3763	0.4722	0.3496
1963	12305	76598	4923	8026	6797	5713	2982	1652	817	601	387	4787	29800	0.4943	0.4185	0.5421	0.3890
1964	11669	68993	4404	7979	6822	5777	2824	1474	917	480	297	4989	29500	0.4595	0.4595	0.6152	0.4276
1965	11024	61875	3915	7844	6782	5799	2654	1297	677	375	221	5149	28900	0.4238	0.5014	0.6959	0.4671
1966	10344	55151	3450	7622	6668	5765	2458	1125	550	287	159	5177	27600	0.3938	0.5367	0.7693	0.5004
1967	9679	49223	3042	7309	6479	5668	2270	968	443	217	113	5112	26000	0.3689	0.5660	0.8346	0.5282
1968	9036	44132	2695	6941	6213	5507	2091	838	357	163	80	4955	24200	0.3509	0.5872	0.8847	0.5484
1969	8424	39888	2413	6550	5900	5281	1932	734	294	125	57	4731	22400	0.3391	0.6010	0.9189	0.5616
1970	7852	36388	2187	6173	5567	5015	1791	655	249	100	42	4445	20600	0.3351	0.6058	0.9310	0.5661
1971	7349	33653	2017	5829	5247	4732	1680	600	220	83	33	4149	19000	0.3364	0.6042	0.9269	0.5646
1972	6921	31566	1894	5546	4955	4460	1592	565	202	74	28	3881	17700	0.3399	0.6002	0.9167	0.5607
1973	6554	29915	1798	5324	4714	4212	1516	541	192	69	25	3593	16400	0.3510	0.5870	0.8844	0.5482
1974	6299	28937	1749	5144	4525	4007	1478	532	190	67	24	3417	15700	0.3561	0.5811	0.8700	0.5426
1975	6081	28105	1703	5048	4373	3847	1427	526	189	68	24	3310	15300	0.3545	0.5830	0.8747	0.5444
1976	5864	27130	1641	4957	4291	3717	1363	506	187	67	24	3242	15000	0.3469	0.5919	0.8963	0.5529
1977	5673	26032	1562	4831	4213	3647	1289	473	175	65	23	3182	14600	0.3397	0.6003	0.9170	0.5609
1978	5501	24966	1488	4665	4106	3581	1239	438	161	60	22	3151	14300	0.3291	0.6128	0.9488	0.5728
1979	5293	23741	1406	4505	3965	3490	1179	408	144	53	20	3121	14000	0.3141	0.6305	0.9957	0.5897
1980	5027	22219	1304	4320	3829	3370	1096	370	128	45	17	3099	13700	0.2902	0.6586	1.0748	0.6166
1981	4709	20313	1170	4081	3672	3255	978	318	107	37	13	3106	13400	0.2521	0.7034	1.2153	0.6597

シログチ (*Argyrosomus argentatus*) Pm=14600 Rm=22854 a=4.2548 b=6.84931E 05

t	PN	Pw	Pz	R	P2	P3	P4	P5	P6	CN	Cw	S	cF	F	E
1947	43391	78889	21144	21142	11051	5776	3019	1578	825	11276	20500	0.5276	0.2965	0.3517	0.2599
1948	43598	79455	21342	21140	11154	5830	3047	1593	833	12566	22900	0.5036	0.3285	0.3983	0.2882
1949	42588	76939	20472	21051	10646	5617	2936	1535	802	13395	24200	0.4814	0.3581	0.4434	0.3145
1950	41548	73174	19102	21433	10134	5125	2704	1413	739	13571	23900	0.4712	0.3717	0.4648	0.3266
1951	41195	70624	18219	21966	10099	4775	2415	1274	666	12949	22200	0.4816	0.3579	0.4431	0.3143
1952	41773	71025	18459	22257	10578	4863	2299	1163	614	11881	20200	0.5068	0.3242	0.3919	0.2844
1953	43043	74352	19733	22182	11280	5361	2465	1165	589	10536	18200	0.5404	0.2795	0.3278	0.2448
1954	44673	79956	21742	21732	11987	6096	2897	1332	630	9163	16400	0.5741	0.2345	0.2673	0.2051
1955	46151	86599	24038	20866	12476	6882	3499	1663	765	8367	15700	0.5944	0.2075	0.2325	0.1813
1956	46690	91802	25737	19713	12403	7416	4090	2080	989	8544	16800	0.5929	0.2094	0.2350	0.1830
1957	45885	92933	25930	18787	11688	7354	4397	2425	1233	9480	19200	0.5728	0.2362	0.2695	0.2066
1985	44258	89430	24502	18680	10762	6696	4213	2519	1389	10987	22200	0.5375	0.2834	0.3332	0.2482
1959	42504	82585	22036	19464	10039	5784	3599	2264	1354	13021	25300	0.4883	0.3489	0.4292	0.3064
1960	40820	74080	19143	20727	9504	4902	2824	1757	1106	15374	27900	0.4292	0.4277	0.5581	0.3766
1961	38998	65142	16157	21951	8897	4080	2104	1212	754	17840	29800	0.3619	0.5174	0.7287	0.4575
1962	36573	55869	13047	22732	7945	3220	1476	762	439	19311	29500	0.3039	0.5949	0.9035	0.5280
1963	33693	47389	10289	22714	6907	2414	978	449	231	19197	27000	0.2699	0.6402	1.0221	0.5698
1964	30667	40837	8418	21637	6130	1864	651	264	121	18249	24300	0.2494	0.6674	1.1008	0.5951
1965	27742	35707	7080	20122	5397	1529	465	168	66	16782	21600	0.2415	0.6780	1.1332	0.6049
1966	25232	31906	6198	18548	4860	1303	369	112	39	15184	19200	0.2440	0.6746	1.1227	0.6018
1967	23397	29421	5695	17249	4527	1186	318	90	27	13678	17200	0.2579	0.6562	1.0677	0.5846
1968	22432	28375	5581	16406	4448	1167	306	82	23	12491	15800	0.2804	0.6262	0.9840	0.5568
1969	22485	28836	5823	16203	4600	1247	327	86	23	11775	15100	0.3074	0.5901	0.8919	0.5237
1970	23532	30753	6407	16627	4981	1414	383	101	26	11707	15300	0.3289	0.5615	0.8244	0.4975
1971	25308	33663	7184	17578	5468	1638	465	126	33	12029	16000	0.3472	0.5371	0.7702	0.4753
1972	27462	37257	8165	18687	6103	1898	569	161	44	12605	17100	0.3607	0.5191	0.7321	0.4590
1973	29747	41128	9215	19859	6740	2201	685	205	58	13598	18800	0.3622	0.5171	0.7279	0.4571
1974	31611	44279	10034	20857	7193	2441	797	248	74	14849	20800	0.3518	0.5310	0.7571	0.4698
1975	32566	45779	10360	21473	7337	2530	859	280	87	16077	22600	0.3320	0.5573	0.8149	0.4937
1976	32464	45236	10071	21680	7129	2436	840	285	93	16865	23500	0.3108	0.5856	0.8808	0.5195
1977	31559	43217	9388	21497	6739	2216	757	261	89	17526	24000	0.2816	0.6246	0.9797	0.5554
1978	29860	39703	8256	20999	6053	1897	624	213	74	17373	23100	0.2601	0.6532	1.0590	0.5818
1979	27703	35882	7202	19955	5462	1574	494	162	55	16754	21700	0.2416	0.6778	1.1327	0.6048
1980	25391	32086	6198	18711	4822	1320	380	119	39	15906	20100	0.2243	0.7010	1.2073	0.6265
1981	22935	28334	5266	17250	4196	1081	296	85	27	14732	18200	0.2116	0.7178	1.2653	0.6423

Suppl. table 4-2. 魚種別・餌生物別胃内餌生物組成（重量，百分率）
Food composition in stomach contents by fish species.
(in weight, percent)

Species number				23	183	216	88	156	222	144
Species name		種	名	アンコウ	ハ モ	マアナゴ	クサウオ	テナガミズテング	マダラ	タチウオ
Pisces	Large	魚 類	大	66.2	48.08	35.78		59.47		30.27
	Medium		中	25.9	17.07	30.59	0.76	22.60	10.02	10.35
	Small		小	4.0	1.56	23.14	0.31	8.50	10.96	30.52
Macrura	Large	エビ類	大	0.55	6.31					
	Medium		中	1.40	1.62			1.78		
	Small		小	0.94	0.99	8.59	95.10	6.54	78.28	1.51
Decapoda		イカ類		0.94	10.88	1.07		0.79		1.69
Brachyura		カニ類		0.03	8.67	0.52	0.03	0.16	0.37	0.01
L. aculeocaudata		マルソコシラエビ				0.04				22.99
Euphausiacea		オキアミ類					0.05	0.03		2.31
Mysidacea	Large	アミ類	大							0.06
	Small		小				0.02	0.00		0.05
Copepoda		かい脚類						0.00		0.01
Stomatopoda		シャコ類		0.06	4.19	0.09		0.10		0.09
Sedentaria		多毛類				0.16	0.02		0.16	
Sagittidae		ヤムシ						0.01		0.08
Salpida		サルパ								
Gastropoda		貝類					0.44			
Gammaridea		ヨコエビ類				0.00	0.01			
Hyperiidea		クラゲノミ類								0.04
other crustaceans	Planktonic	その他の甲殻類	浮遊性							0.01
	Benthic		底生性				0.00			
Other aniimals	Planktonic	その他の動物	浮遊性			0.01			0.11	0.02
	Benthic		底生性			0.01	3.25		0.11	
Mean body weight		平均体重		169.0						192.1
Rate of food at full stomach		満腹時捕食率		41.0						23.0

Species number indicates species number in Suppl. table 1-1.

249	217	150	225	79	3	232	169	64	165	34
ワニエソ	マエソ	チョウチョウエソ	マトウダイ	ガンギエイ	アオミシマ	ミシマオコゼ	ニラミオコゼ	カイワリ	ナガサキトラザメ	イソキホウボウ
46.06			11.60		16.75	22.09				
25.00	10.77		30.86	5.14	50.91	16.79	36.28	4.99	13.48	
12.49	59.67	69.30	11.77	11.06	2.39	16.08	14.34	30.29	14.76	10.28
0.92				2.71	10.55	18.56				1.91
7.70	5.10	2.55	16.71	20.19	6.78	5.96	11.46		6.39	31.90
4.34	19.55	22.12	28.54	45.13	12.31	15.24	12.69	52.56	13.84	51.11
3.42	4.53	5.67	0.46	2.01		3.53	3.39	2.80	39.04	
				0.15	0.30	0.35	0.25	0.28	2.41	0.44
0.03	0.34	0.34		12.82		0.18	0.34	8.87	1.06	2.94
			0.05					0.01		
		0.01					0.00		0.01	0.01
0.00	0.00	0.01	0.01	0.13		0.00	0.01	0.04		0.29
				0.00				0.00		
0.03				0.66		1.21	21.21	0.04	1.86	0.95
									0.21	
				0.00		0.00	0.00	0.01		0.00
								0.01		
		0.01								
				0.00			0.05		0.02	0.16
0.00	0.04			0.00				0.09		
									6.92	
233.9	37.3	28.6	170.0	260.5	201.5					
42.9	11.6	4.3	7.7	6.8	38.0					

Suppl. table 4 2. Continued.

85	81	145	130	84	93	200	141	104	241	224
キダイ（レンコダイ）	ガンゾウビラメ	タマガンゾウビラメ	シログチ	キグチ	クログチ	フウセイ	ソウハチ	コウライガジ	ヤナギムシガレイ	マトイシモチ
							24.58			
2.98	5.36	3.66	14.29	3.65	35.09		4.67			
12.22	14.30	21.04	12.57	31.47	9.00	23.38	5.11	1.29		17.42
					3.23					
2.82		3.47	16.44	8.65	6.23					19.38
72.40	78.69	62.43	44.16	35.74	39.48	64.45	50.15	5.95	92.49	51.69
6.90		1.54	3.01	5.38	5.54	6.00	0.98			10.53
0.63	0.23	6.94	1.46	0.08	0.09	0.60		0.40	0.34	0.19
	0.34	0.15	6.02	10.99		4.20	1.38			0.57
0.00		0.00	0.13	2.61	0.74	0.50	11.97	0.15	0.01	0.13
			0.00	0.04		0.08				
0.00	0.05	0.02	0.02	0.18	0.54	0.01	0.04	0.01	0.45	0.02
			0.01	0.14	0.00	0.03	0.00	0.00		0.00
0.86	0.71	0.48	1.29	0.29		0.50				
0.75	0.34	0.23	0.52	0.58		0.03	0.59	0.06	5.91	
			0.00	0.16	0.01	0.00	0.00			
			0.00	0.00			0.00			
								11.02		
0.01		0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.19	0.68	0.00
				0.02		0.01	0.04			0.01
			0.00	0.01	0.00	0.00				
0.12		0.02	0.04	0.00	0.01	0.20	0.20	0.02	0.12	0.04
				0.02		0.00				
0.31			0.04				0.34	80.38	0.01	
165.5	53.6		140.1	77.4	97.8	87.5				
4.0	1.7		8.3	5.4	6.3	6.1				

50	154	70	61	159	27	189	245	86	143	38
ウマヅラハギ	ツマリツノザメ	カナガシラ	オニカナガシラ	トゲカナガシラ	イゴダカホデリ	ヒメジ	ヤリヒゲ	キントキダイ	ソコハリゴチ	イヌノシタ
	6.82	21.64								
17.76	13.54	5.92	11.56	11.20	19.85	5.71	3.79	9.49		9.54
	21.00		2.67	17.22	8.87	2.20				
20.49	17.77	31.44	33.78	34.45	27.34	41.72	83.92	24.10	61.98	40.35
	14.36	1.82	2.37		1.97	4.88	1.17	6.82		
	0.14	0.36	2.37	7.27	1.38	1.46	2.33	0.49	33.32	0.98
	16.73	34.00	45.27	29.47	37.14	43.53	3.26	55.51	0.52	11.01
		0.00	0.01			0.00	1.00	1.81		0.05
	0.11		0.02			0.00		0.03		
		0.24		0.02	0.08	0.00	0.04	0.21	0.15	0.00
0.82					0.00	0.00	0.02	0.09	0.00	
	0.36	0.11	0.03	0.24	1.85	0.24	2.77		3.23	6.73
	4.74	0.27	0.53		1.33		1.22		0.77	27.15
								0.00		
								0.00		
40.98	1.18									
0.00		0.14	0.05	0.04	0.01	0.02	0.30		0.03	0.26
0.14		0.00				0.00	0.01	0.28		
			0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.21		0.00
0.14	0.00	2.77	1.05	0.02	0.05	0.00	0.13	0.03		0.04
0.55			0.01	0.14	0.10	0.22	0.03	0.93		
19.13	3.23	1.28			0.01					3.91
						34.7			19.5	
						1.32			0.25	

Suppl. table 4–2. Continued.

234	235	237	20	111	238	153	10	226	40	213
ムラサキシタビラメ	メイタガレイ	メゴチ	アブオコゼ	コニベ	メブトカンダリ	ツマリエツ	アカグツ	マナガツオ	イボダイ	ホタルジャコ
11.75		21.01	12.16	6.29	26.90	10.11	2.08			25.22
		27.27					2.40			
54.23	17.15	47.72	28.06	78.07	42.68	46.66	37.66			29.10
		1.01		2.42		7.78				5.97
3.16	0.29	1.31		1.21			17.41			
2.26	6.03	0.30	50.51	3.39	12.93	26.44		65.22		31.93
	0.03	0.01	7.20	0.44	11.02	7.12		9.42	80.00	2.95
0.23				0.02		0.82				
	0.37	0.13	0.28	1.16	1.91	0.74		0.72		0.03
		0.00	0.19	0.05	1.24	0.04		0.72	5.00	3.25
1.69	0.37	0.63		0.92			33.90			
22.37	56.17	0.61		4.36	2.59		0.16			
				0.05	0.47	0.08		9.42		0.98
								1.45	2.50	
0.90	1.00						1.92			
0.18	4.55	0.01	0.09	0.17	0.00	0.00				0.00
			1.22	0.07	0.10	0.00		5.07	10.00	0.06
			0.28	0.07		0.04		0.00		0.12
0.07	1.46	0.00	0.00	0.02	0.16		0.96			
				0.07		0.19		4.35	2.50	0.39
3.16	12.58			1.21			3.47	3.62		
123.00				14.2	23.4				134.0	6.75
1.34				0.95	1.17				3.5	0.47

157	250	191	113	118	41	71	75	175	49	6
テンジクダイ	ワニギス	ヒメスミクイウオ	コモチジャコ	サイウオ	イワハダカ	カナガシラ類	その他カレイ類	その他サメ類	ウバゴチ	アカエイ
							12.10			
						11.24	2.30	11.50		
24.03	24.65	12.14	4.83	26.26		12.62	3.46	16.13	10.92	
								4.24		
						4.26		6.81	7.20	
61.63	28.44	21.02	77.95	60.61	39.45	29.47	64.27	12.26	67.82	90.16
	10.83	28.02				1.89	0.48	33.53		
		0.93	0.74			0.85	0.41	2.48	1.76	2.72
9.86	29.79	25.22	8.91	4.04	28.06	35.51	1.19	5.20	10.16	1.29
3.08	3.09	2.48	2.23	8.48	15.40	0.00	6.64		0.00	
0.04					9.92			0.01		
0.21	0.11	0.14	0.07	0.00	0.21	0.16	0.18	0.01	0.03	
0.66	0.16	6.35	0.15	0.00	3.59	0.00	0.00		0.00	
	2.06		0.97			0.95	0.03	1.74	1.60	5.19
			2.23			0.78	6.72		0.48	0.64
0.16	0.11	0.79	0.97	0.20	0.42		0.00		0.00	
							0.00			
0.08	0.11		0.30	0.00	0.00	0.08	0.30	0.18	0.02	0.00
0.04	0.16	0.23	0.22	0.20	0.21	0.00	0.40			
0.04	0.33	0.79	0.07	0.20	2.53	0.01				
0.16	0.05	0.00	0.37			1.46	0.26	0.02		
0.04	0.11	1.87			0.21	0.05	0.01			
						0.67	1.24	5.90		
4.05	2.66	2.97	3.10	1.60	0.66	45.0				
0.51	0.70	0.33	0.225	0.064	0.068	1.00				

Suppl. table 4-2. Continued.

233	9	116	147	201	89	5	11	102	171	15
ムシガレイ	カマス類	アカヤガラ類	イタチウオ類	フグ類	クラカケトラギス	アマダイ類	アカゴチ	コイチ	ネズッポ	アカムツ
	74.91									
	17.79						40.78			
6.75	7.30	23.86	9.22		24.44	14.05	19.53	3.07		52.76
		44.24	7.98			48.65	19.32	42.55		
85.70		25.56	79.83		39.05	32.43	16.10	53.19		
		5.77					0.86			
2.08		0.13	0.35		4.63	2.16	0.43		39.22	
		0.26	0.35				0.43			27.60
5.35		0.17								3.08
			0.00				0.06			0.08
										14.12
			2.22		1.81	2.70	0.54	1.18		
					26.46		1.93		58.82	
										0.73
				0.04						
0.02			0.00		0.12	0.00	0.02		1.96	0.08
				0.98						
				0.84						1.54
			0.04		2.05					
0.10				10.52	0.14					
				87.63	1.30					

20	214	193	109	207	129	69	221	130	84	144
アブオコゼ	ホンニベ(ニベ)	ヒラ	コチ	ホウボウ	シロギス	カタクチイワシ	マダイ	シログチ幼	キグチ幼	タチウオ幼
	20.62						12.9			
12.16	4.23	50.86	10.76	9.11	25.90		5.3	37.08	15.12	7.09
	53.72			31.54			12.2			
28.06	21.16	24.71	88.32	49.07	19.92	49.68	42.6	52.86	66.46	2.78
		16.47	0.37	2.80	5.31		5.4		1.13	0.74
				6.07			19.2	0.67	0.40	
50.51		7.41	0.55	1.40	21.25	6.62		7.38	9.44	81.18
7.20		0.02				0.66		0.17	5.49	3.17
									0.00	
0.28						0.14		0.06	0.36	0.11
0.19						33.77		0.00	0.17	0.00
	0.27	0.51			11.62			1.26	1.06	3.89
					15.94			0.50		
						8.94			0.16	0.91
									0.00	
							2.4			
0.09					0.07	0.06		0.00	0.02	
1.22						0.09			0.05	0.06
0.28						0.03			0.08	0.05
								0.02	0.01	
									0.01	0.02

Suppl. table 4-2. Continued.

249	221
ワニエソ幼	マダイ幼
59.45	0.76
7.86	
31.02	83.97
	0.41
	4.91
1.17	
0.35	
0.15	0.65
	5.94
	0.09
	0.51
	2.76

Suppl. table 4-3. 魚種別・餌生物別満腹時捕食量
Foods intake at full stomach by fish species.

1958年

Species number				221	85	249	130	84	93	144
Species name		種	名	マダイ	キダイ（レンコダイ）	ワニエソ	シログチ	キグチ	クログチ	タチウオ
Pisces	Large	魚類	大			4810.69				8230.35
	Medium		中	58.97	13.62	2611.10	759.10	775.04	551.26	2814.14
	Small		小	24.23	55.87	1304.51	667.73	6682.31	141.39	8298.33
Macrura	Large	エビ類	大			96.09			50.74	
	Medium		中	55.77	12.89	804.22	873.31	1836.73	97.87	
	Small		小	194.72	331.01	453.29	2345.82	7589.00	620.23	410.57
Decapoda		イカ類		24.68	31.55	357.20	159.89	1142.38	87.04	459.51
Brachyura		カニ類		87.76	2.88		77.56	16.99	1.41	2.72
L. aculeocaudata		マルソコシラエビ				3.13	319.79	2333.61		6250.94
Euphausiacea		オキアミ類			0.00		6.91	554.20	11.63	628.08
Mysidacea	Large	アミ類	大				0.00	8.49		16.31
	Small		小		0.00	0.00	1.06	38.22	8.48	13.59
Copepoda		かい脚類					0.53	29.73	0.00	2.72
Stomatopoda		シャコ類			3.93	3.13	68.53	61.58		24.47
Sedentaria		多毛類			3.43		27.62	123.16		
Sagittidae		ヤムシ					0.00	33.97	0.16	21.75
Salpida		サルパ					0.00	0.00		
Gastropoda		貝類		10.97						
Gammaridea		ヨコエビ類			0.05		0.00	0.00	0.16	
Hyperiidea		クラゲノミ類						4.25		10.88
Other crustaceans	Plank-tonic	その他の甲殻類	浮遊性				0.00	2.12	0.00	2.72
	Benthic		底生性		0.55		2.12	0.00	0.01	
Other animals	Plank-tonic	その他の動物	浮遊性			0.00		4.25		5.44
	Benthic		底生性		1.42		2.12			
Stock size		資源量		14020	19053	48020	89430	309081	24432	204281
Food intake at full stomach		満腹時捕食量		57.1	457.2	10444.4	5312.1	21233.9	1571.0	27189.8

Species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

Suppl. table 4-3. Continued.

183	214	79	207	216	23	64	102	200	247	201
ハ モ	ホンニベ (ニベ)	ガンギエイ	ホウボウ	マアナゴ	アンコウ	カイワリ	コイチ	フウセイ	ヨロイイタチウオ	フグ類
884.62				79.2	526.8					
325.66	404.6	26.5		67.7	206.1	2.2				
28.70	83.0	57.0	95.5	51.2	31.8	13.6	4.7	39.5	49.7	
116.10		14.0			4.4					
29.81	1054.0	104.0	330.5		11.1		65.8		43.0	
18.22	415.2	232.6	514.2	19.0	7.5	23.6	82.2	109.0	430.6	
200.18		10.4	29.3	2.4	7.5	1.3		10.1		
159.52		0.8	63.6	1.2	0.2	0.1		1.0	1.9	
		66.1	14.7	0.1		4.0		7.1	1.9	
								0.8		
								0.1		
		0.7								
								0.1		
77.09	5.30	3.4		0.2	0.5		1.8	0.8	12.0	
				0.4				0.1		
										0.1
										1.3
										1.1
								0.3	0.2	
										14.0
										116.8
112190	28561	18739	12856	4358	3475	1708	2415	2827	7597	4711
1559.4	1962.1	515.3	1047.8	221.4	795.8	44.9	154.6	169.1	539.4	133.3

9	225	71	141	234	241	233	235	38	75	129
カマス類	マトウダイ	カナガシラ類	ソウハチ	ムラサキシタビラメ	ヤナギムシカレイ	ムシガレイ(イシガレイ)	メイタガレイ(マコガレイ)	イヌノシタ	その他カレイ	シロギス
136.0	8.6		58.7						28.0	
32.3	23.0	15.5	11.2						5.4	
13.2	8.8	17.4	12.2	4.8		29.4		26.5	8.0	19.9
	12.4	5.9								
	21.3	40.6	119.8	22.2	64.3	373.8	40.9	112.0	148.6	15.3
	0.3	2.6	2.3						1.1	4.1
		1.2		1.3	0.2	9.1	0.7	2.7	0.9	
		48.9	3.3	0.9			14.4	30.6	2.8	16.3
			28.6			23.3	0.1	0.1	15.4	
				0.1						
		0.2	0.1		0.3		0.9		0.4	
		1.3		0.7			0.9	18.7	0.1	8.9
		1.1	1.4	9.1	4.1		134.0	75.3	15.5	12.2
				0.4			2.4			
		0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	10.9	0.7	0.7	0.1
			0.1						0.9	
		2.0	0.5		0.1		3.5	0.1	0.6	
		0.1				0.4				
		0.9	0.8	1.3			30.0	10.9	2.9	
2238	1413	3637	2402	4136	5190	12718	9282	19008	5353	4358
181.5	74.5	137.8	238.8	40.9	69.5	436.2	238.5	277.5	231.2	76.7

Suppl. table 4-3. Continued.

15	50	153	195	154	175	86	109	49	237	11
アカムツ	ウマヅラハギ	ツマリエツ	ヒラメ	ツマリツノザメ	その他サメ類	キントキダイ	コチ	ウバゴチ	メゴチ	アカゴチ
			21.7	7.2	105.8					6.9
18.9	14.2	23.9	57.9	14.3	148.4	37.0	50.7	13.4	47.1	3.3
					39.0					
				22.2	62.7			8.8	61.2	3.3
	16.4	110.2	318.5	18.7	112.8	93.8	416.3	83.4	107.1	2.7
		18.4		15.1	308.5	26.6	1.7		2.3	0.1
			0.9	0.1	22.8	1.9		2.2	2.9	0.1
9.9		62.5	1.4	17.7	47.8	216.2	2.6	12.5	0.7	0.1
1.1		16.8				7.0				
		1.9		0.1	0.1	0.1				
		1.7	0.2		0.1	0.8			0.3	
5.1	0.7	0.1				0.4				
			2.9	0.4	16.0			2.0	1.4	0.1
			1.4	5.0				0.6	1.4	0.3
0.3		0.2								
	32.8			1.2						
					1.7					
	0.1					1.1				
0.6		0.1				0.8				
	0.1				0.2	0.1				
	0.4	0.4				3.6				
	15.3			3.4	54.3					
1590	2827	15047	12609	1804	15810	7067	11468	2126	3104	796
35.8	80.0	236.2	404.7	105.5	920.1	389.4	471.3	122.9	224.4	17.0

81	5	89	53	238	165	189	226	40	84	144
ガンゾウビラメ	アマダイ類	クラカケトラギス	その他エイ類	メブトカンダリ	ナガサキトラザメ	ヒメジ	マナガツオ	イボダイ	キグチ	タチウオ
0.5			8.7		5.1					
1.3	2.2	1.1	18.8	0.9	5.6	0.4			1820.43	554.96
			4.6							
	7.7		34.3		2.4	0.2				
7.2	5.2	1.7	76.6	1.5	5.3	3.0			8001.72	217.60
			3.4		14.8	0.4			136.05	57.92
	0.3	0.2	0.3		0.9	0.1			48.16	
			21.8	0.5	0.4	3.2	471.9		1136.57	6354.20
				0.4			68.2	378.4	660.99	248.13
									0.00	
			0.2	0.1			5.2		43.34	8.61
							5.2	23.7	20.47	0.00
0.1	0.4	0.1	1.1		0.7				127.62	304.48
		1.2		0.1						
							68.2		19.26	71.23
							10.5	11.8	0.00	
					0.1					
									2.41	
							36.7	47.3	6.02	4.70
									9.63	3.91
		0.1							1.20	
							31.5	11.8	1.20	1.57
		0.1			2.6		26.2			
288	942	177	6171	59	658	177	24121	15765	130161	27727
9.2	15.9	4.4	169.7	3.5	38.0	7.3	723.6	473.0	12039.9	7827.3

Suppl. table 4-3. Continued.

1974年

183	93	221	85	249	130	221	85	249	130	84
ハ モ	クログチ	マダイ	キダイ（レンコダイ）	ワニエソ	シログチ	マダイ	キダイ（レンコダイ）	ワニエソ	シログチ	ギ グ チ
2073.83								2167.45		
763.45						2.05	6.59	1176.43	375.86	55.82
67.29	120.64	0.83	3.37	1923.21	721.73	0.84	27.01	587.74	330.62	481.27
272.17								43.29		
69.88				254.27		1.94	6.23	362.34	432.40	132.28
42.70	530.28	91.36	372.41	1003.50	1028.87	6.77	160.00	204.23	1161.50	546.57
469.29	9.02	0.45	1.82			0.86	15.25	160.93	79.17	82.28
373.96	3.19	5.34	21.78		13.04	3.05	1.39		38.40	1.22
	75.32			37.85	143.64			1.41	158.34	168.07
	43.80			11.32	3.31		0.00		3.42	39.91
	0.00								0.00	0.61
	2.87				1.17		0.00	0.00	0.53	2.75
	1.36				0.00				0.26	2.14
180.73	8.46	0.71	2.88	4.85	24.52		1.90	1.41	33.93	4.43
		6.46	26.34		9.73		1.66		13.68	8.87
	1.28								0.00	2.45
	0.00								0.00	0.00
		0.10	0.40			0.38				
	0.16	0.55	2.26		0.00		0.02		0.00	0.00
	0.40									0.31
	0.64								0.00	0.15
	0.08				0.39		0.27		1.05	0.00
	0.08							0.00		0.31
		3.00	12.24				0.69		1.05	
23140	11399	2176	7492	10517	25952	486	9134	25686	44279	22132
4313.3	797.9	108.8	443.5	3235.0	1946.4	15.9	221.0	4705.7	2630.2	1529.3

93	144	183	214	193	6	79	207	216	23	64
クログチ	タチウオ	ハ モ	ホンニベ (ニベ)	ヒ ラ	アカエイ	ガンギエイ	ホウボウ	マアナゴ	アンコウ	カイワリ
	1202.72	260.16		3521.87				52.88	400.25	
6.67	411.24	95.77	61.70	2090.50		8.79		45.21	156.59	1.47
1.71	1212.65	8.44	12.66	2647.26		18.92	18.05	34.20	24.18	8.91
0.61		34.14		63.81		4.64			3.33	
1.18		8.77	160.73	941.48		34.55	62.48		8.46	
7.50	60.00	5.36	63.31	2149.69		77.22	97.21	12.70	5.68	15.45
1.05	67.15	58.87		441.02		3.44	5.55	1.58	5.68	0.82
0.02	0.40	46.91		71.83		0.26	12.02	0.77	0.18	0.08
	913.46					21.94	2.77	0.06		2.61
0.14	91.78									0.00
	2.38									
0.10	1.99					0.22				0.01
0.00	0.40					0.00				0.00
	3.58	22.67	0.81	58.47		1.13		0.13	0.36	0.01
								0.24		
0.00	3.18									
0.00						0.00		0.00		0.00
	1.59									0.00
0.00	0.40									
0.00						0.00				
	0.79					0.00		0.01		0.03
								0.00		
273	33194	28937	4293	2769	536	6555	3655	3125	2492	1225
19.0	3973.3	541.1	299.2			171.1	198.1	147.8	604.6	29.4

Suppl. table 4-3. Continued.

102	200	247	201	9	225	71	141	234	241	233
コイチ	フウセイ	ヨロイイタチウオ	フグ類	カマス類	マトウダイ	カナガシラ類	ソウハチ	ムラサキシタビラメ	ヤナギムシガレイ	ムシガレイ(イシガレイ)
	34.73			90.31	5.32		28.44			
	6.60			21.42	14.16	3.45	5.40			
3.67	7.22	38.72		8.84	5.40	3.87	5.91	2.82		16.88
50.89		33.54			7.67	1.31				
63.62	70.86	335.32			13.10	9.05	58.02	13.02	44.32	214.25
	1.38				0.21	0.58	1.13			
		1.53				0.26		0.76	0.24	5.20
	1.95	1.53				10.90	1.60	0.54		
	16.91				0.02	0.00	13.85		0.00	13.38
								0.06		
	0.06	0.00			0.00	0.05	0.05		0.21	
	0.00					0.00	0.00			
1.41		9.32				0.29		0.41		
	0.83					0.24	0.68	5.37	2.84	
	0.00						0.00			
	0.00		0.02				0.00			
								0.22		
	0.06	0.00				0.02	0.05	0.04	0.32	0.05
	0.06		0.57			0.00	0.05			
			0.49			0.00				
	0.29	0.02				0.45	0.23	0.02		
			6.15			0.02				
	0.48		51.26			0.21	0.39	0.76		0.25
1731	2027	5448	3379	1605	1014	1034	1499	2578	3238	7934
119.6	141.3	420.0	58.5	120.5	45.9	30.7	115.7	24.0	47.9	250.0

235	38	75	129	15	50	153	195	154	175	86
メイタガレイ（マコガレイ）	イヌノシタ	その他カレイ	シロギス	アカムツ	ウマヅラハギ	ツマリエツ	ヒラメ	ツマリツノザメ	その他小型サメ類	キントキダイ
		14.67								
		2.79					13.41	0.77	13.79	
	7.48	4.19	11.42	13.35	6.23	1.13	35.78	1.53	19.34	26.51
									5.08	
								2.37	8.17	
26.15	31.63	77.90	8.78		7.19	5.23	196.88	2.01	14.70	67.31
		0.58	2.34			0.87		1.62	40.20	19.05
0.44	0.77	0.50					0.58	0.02	2.97	1.37
9.20	8.63	1.44	9.37	6.98		2.96	0.85	1.89	6.23	155.04
0.05	0.04	8.05		0.78		0.80				5.06
						0.09		0.01	0.01	0.08
0.56	0.00	0.22		0.02		0.08	0.13		0.01	0.59
					0.29	0.00				0.25
0.56	5.28	0.04	5.12	3.57			1.78	0.04	2.09	
85.65	21.29	8.14	7.03				0.85	0.54		
				0.18		0.01				0.00
										0.00
1.52					14.38			0.13		
6.94	0.20	0.36	0.03	0.02		0.00			0.22	
		0.48			0.05	0.00				0.78
2.23	0.00					0.00				0.59
	0.03	0.32		0.39	0.05				0.02	0.08
		0.01			0.19	0.02				2.60
19.18	3.07	1.50			6.71			0.36	7.07	
5776	6076	3338	3125	1140	2027	744	7894	193	2060	5068
152.49	78.4	121.2	44.1	25.3	35.1	11.2	250.2	11.3	119.9	279.3

Suppl. table 4-3. Continued.

109	49	237	11	81	5	89	53	238	222	165
コ チ	ウバゴチ	メゴチ	アカゴチ	ガンゾウビラメ	アマダイ類	クラカケトラギス	その他エイ類	メブトカンダリ	マダラ	ナガサキトラザメ
			12.80	0.31			2.90			0.55
19.72	4.92	18.59	6.13	0.82	4.69	0.59	6.24	0.75		0.61
							1.53			
	3.25	24.13	6.07		16.25		11.39			0.26
161.89	30.59	42.23	5.06	4.49	10.83	0.94	25.45	1.20		0.57
0.68		0.89	0.27				1.13			1.60
	0.79	1.16	0.14		0.72	0.11	0.08			0.10
1.01	4.58	0.27	0.14	0.01			7.23	0.36		0.04
	0.00	0.01		0.02				0.31		
	0.01	0.12	0.02	0.00			0.07	0.05		
	0.00	0.00				0.04		0.03		
	0.72	0.56	0.17	0.04	0.90	0.64	0.37			0.08
	0.22	0.54	0.61	0.02				0.07		
	0.00							0.01		
	0.01	0.01	0.01							0.01
		0.00				0.05				
						0.03				0.28
4966	920	1345	345	180	1942	126	2159	42	422	70
183.3	45.1	88.5	31.4	5.7	33.4	2.4	56.4	2.8		4.1

Juvenile

189	40	226	84	144	183	93	221	85	249	130
ヒメジ	イボダイ	マナガツオ	キグチ	タチウオ	ハ　モ	クログチ	マダイ	キダイ（レンコダイ）	ワニエソ	シログチ
					1376.58					
					506.77					
0.27			323.64	269.75	44.66	1.62	0.04	1.83	1474.66	796.22
					180.66					
0.11					46.38				194.97	
2.00			1424.72	105.77	28.34	7.12	4.45	202 54	769.45	1135.06
0.23			24.19	28.15	311.51	0.12	0.02	0.99		
0.07			8.56		248.23	0.04	0.26	11.84		14.39
2.09		466.32	202.06	3088.57		1.01			29.02	158.47
0.00	59.20	67.35	117.51	120.61		0.59			8.68	3.65
0.00			0.00			0.00				
0.00		5.15	7.71	4.19		0.04				1.29
0.00	3.70	5.15	3.64	0.00		0.02				0.00
0.01			22.69	148.00	119.96	0.11	0.03	1.57	3.72	27.06
							0.31	14.33		10.74
		67.35	3.42	34.62		0.02				
	1.85	10.37	0.00			0.00				
							0.00	0.22		
0.00			0.42			0.00	0.03	1.23		0.00
0.00	7.40	36.25	1.07	2.28		0.01				
0.00		0.00	1.71	1.90		0.01				
0.00			0.21			0.00				0.43
0.01	1.85	31.10	0.21	0.76		0.00				
		25.88					0.15	6.66		
127	2837	23883	23141	13477	15360	153	105	4067	8064	28631
4.8	74.0	715.0	2140.5	3804.6	2863.1	10.7	5.3	241.2	2480.5	2147.3

Suppl. table 4 4. 余剰餌魚類の魚種別・餌生物別満腹時捕食量
Foods intake at full stomach by surplus prey-fishes.

Species number				213	157	250	191	118	113	41
Species name		種	名	ホタルジャコ	テンジクダイ	ワニギス	ヒメスミクイウオ	サイウオ	コモチジャコ	イワハダカ
Pisces	Large	魚類	大							
	Medium		中							
	Small		小	116.31	21.75	156.40	25.13	8.61	4.31	
Macrura	Large	エビ類	大							
	Medium		中							
	Small		小	134.21	55.78	180.45	43.51	19.88	69.53	12.07
Decapoda		イカ類		27.53		68.72	58.00			
Brachyura		カニ類					1.93		0.66	
L. aculeocaudata		マルソコシラエビ		147.26	8.92	189.02	52.21	1.33	7.95	8.59
Euphausiacea		オキアミ類		13.61	2.79	19.61	5.13	2.78	1.99	4.71
Mysidacea	Large	アミ類	大		0.04					3.04
	Small		小	0.14	0.19	0.70	0.29		0.06	0.06
Copepoda		かい脚類		14.99	0.60	1.02	13.14		0.13	1.10
Stomatopoda		シャコ類				13.07			0.87	
Sedentaria		多毛類							1.99	
Sagittidae		ヤムシ		4.52	0.14	0.70	1.64	0.07	0.87	0.15
Salpida		サルパ								
Gastropoda		貝類								
Gammaridea		ヨコエビ類			0.07	0.07			0.27	
Hyperiidea		クラゲノミ類		0.28	0.04	1.02	0.48	0.01	0.20	0.06
Other crustaceans	Plank-tonic	その他の甲殻類	浮遊性	0.55	0.04	2.09	1.64	0.01	0.06	0.77
	Benthic		底生性		0.14	0.32			0.33	
Other animals	Plank-tonic	その他の動物	浮遊性	1.80	0.04	0.70	3.87			0.06
	Benthic		底生性							
Amount of surplus fishrs		生体量		6598.2	718.6	2410.7	1892.3	818.8	1229.2	297.2
Food intake at full stomach		満腹時捕食量		461.2	90.5	634.5	207.0	32.8	89.2	30.6

Species number indicate species number in Suppl. table 1-1.

69	100	171	111	20	145	123	217	150	
カタクチイワシ	ゲンコ	ネズッポ	コニベ	アブオコゼ	タマガンゾウビラメ	シオイタチウオ	マエソ	チョウチョウエソ	Total
	(0.21)				(0.77)		(4.30)		
	1.20		0.96	0.75	4.44	1.16	23.81	14.41	384.52
	0.20				0.73	1.01	2.03	0.53	4.50
206.97	3.56		11.94	1.74	13.17	10.06	7.80	4.60	775.27
	0.09		0.37		0.32		1.81	1.18	158.02
	0.40	14.83	0.19		1.46	0.04			19.51
27.58	0.01		0.50	3.13	0.03	0.04	0.14	0.07	446.78
2.75			0.07	0.45					53.89
									3.08
0.58			0.18	0.02					2.22
140.69			0.01	0.01					171.69
	0.03		0.14		0.10	0.28			14.49
	0.01	22.23	0.67		0.05				24.95
37.24			0.01						45.32
0.25		0.7	0.03	0.01					2.70
0.37			0.01	0.08					2.55
0.12			0.01	0.02					5.31
						0.01			0.80
			0.01				0.02		6.50
			0.19						0.19
4166.1	151.1	472.1	338.4	137.2	453.4	249.7	128.4	138.4	20199.8
416.6	5.7	37.8	15.3	6.2	21.1	12.6	39.9	20.8	2121.8

西水研研報　第61号，昭和59年8月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 61, Aug., 1984

東シナ海におけるクロロフィル分布—Ⅱ．LANDSAT 3で観測した1982年5月の水平分布特性

小　笹　悦　二*

Distribution of Chlorophyll in the East China Sea-Ⅱ. Characteristics Measured with a Sateliite LANDSAT 3 in May 1982

Etsuji KOZASA*

Relationship between image density of film taken by LANDSAT 3 (Band 4) and chlorophyll concentration given by KER (Kuroshio Exploitation Research) was studied as reported below.

Data: 70 mm black and white film of East China Sea taken by LANDSAT 3 on May 25, 1982 and KER data of chlorophyll concentration of May 26-31, 1982. The latter was obtained by continuous measurement of water layers down to a depth of 5 m using Turner 111 fluorometer.

The grades of brightness of the 70 mm film offered by RESTEC (Remote Sensing Technology Center of Japan) was converted into numerical figures using a microscope and a photometer.

The coefficient of correlation between the *in situ* measurement of the chlorophyll concentration and the brightness of the LANDSAT 3 film is 0.83.

The equivalent chlorophyll concentration (CHL) to image density index (ID) obtained by converting into figures the brightness of the 70 mm film is formulated as CHL ($mg \cdot m^{-3}$) $=0.53+3.24 \cdot ID$.

海洋における食物連鎖を調べるうえで，第一次生産者である植物プランクトンの分布ならびにその現存量を明確に把握することが重要な問題である．そのために海洋観測の現場では海水を濾過，捕集した植物プランクトンのクロロフィルa量を測定する方法が広く用いられ，また，近年は航海中連続測定する直接測定法も種々試みられている．しかし，そのいずれの方法も船舶による海洋観測である事から，植物プランクトンの分布特性（フロント収束・パッチ状分布など）の実態から考えると，広域の時空間分布ならびにその現存

昭和59年5月31日受理（Received May 31, 1984）
西海区水産研究所業績第416号（Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 416）
*西海区水産研究所　〒850　長崎市国分町49（Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Kokubu cho, Nagasaki 850, Japan）

量の確定には多くの問題が生じることは明らかである．

これに対して，近年人工衛星を用いた広域観測及びその解析が盛んに試みられるようになった．その一例として筆者ら[1]は，東シナ海域において NIMBUS 7 の画像解析による第1及び第3バンドの最小輝度カウント数の比（min R1/min R3）と海洋の表面から水深20m層までのクロロフィル a 量との間に高い相関関係（$r=-0.832$，$n=29$）が認められたことを明らかにした．

本報では，1982年5月に東シナ海で実施した黒潮開発利用調査による海洋観測結果のなかから，クロロフィル量分布を中心に水温と塩分分布及び流動を明らかにするとともに，ほぼ同時期に得られた LANDSAT 3 による画像を数値化した画像濃度指数とクロロフィル量との検討を行った．なお，海洋観測結果についてはすでに報告[2]している．

方　　法

1　海洋観測

1982年5月26日から31日までの6日間に調査船陽光丸によって実施した東シナ海の観測地点及び LANDSAT 3 の画像範囲を Fig. 1 に示した．

観測地点では，表面，10，20，30，50，75，100，150，200及び300m（又は底層）までの基準層について測温し，塩分・栄養塩及びクロロフィル a 量測定用の採水を行った．また，航走中は船底（水面下5m）からポンプアップした海水について Turner 111 型螢光光度計（フローセル使用）を用いて連続測定（アナログ記録）を行うとともに，フローセルを通過した海

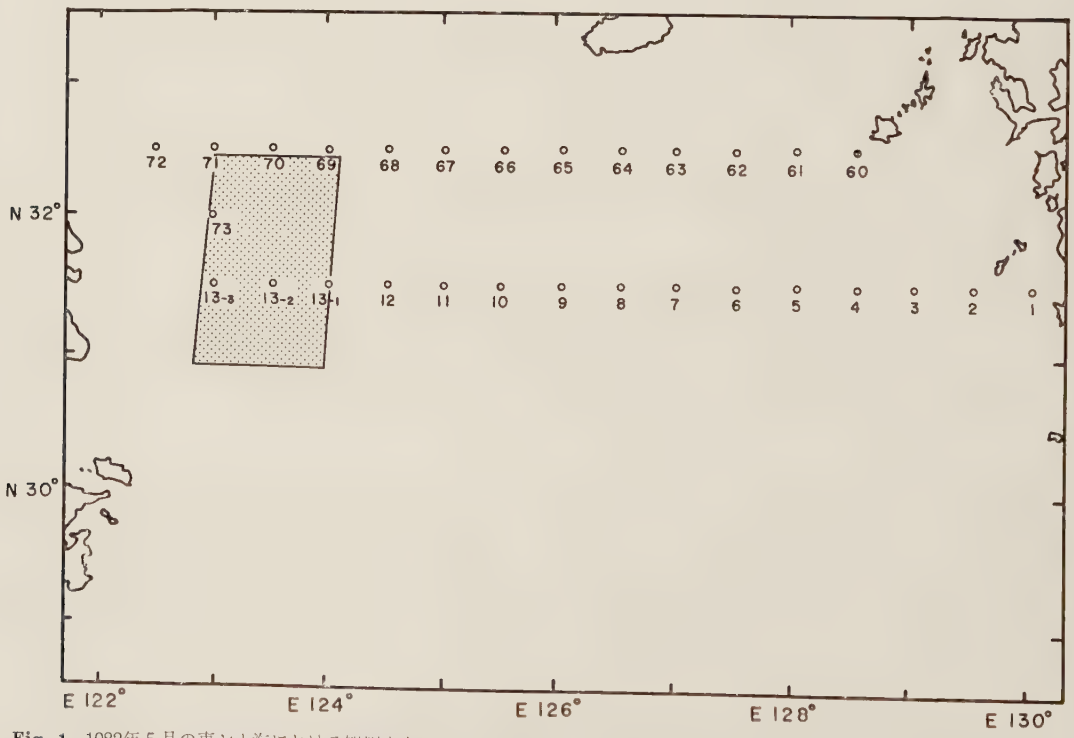


Fig. 1. 1982年5月の東シナ海における観測定点
1982年5月25日における LANDSAT 3 号の観測域
Stations occupied in the East China Sea in May 1982. Shadow area covered by LANDSAT 3 on May 25 1982.

水を採取してクロロフィル *a* 量を測定した．

クロロフィル *a* 量は海水をグラスファイバーフィルター GF/C 24㎜を用いて濾過して捕集した植物プランクトンを90%アセトンによって抽出したものを Turner 111 型螢光光度計で測定して求めた．

クロロフィル量は前記の連続測定値をクロロフィル *a* 量を用いて換算して求めた値と LANDSAT 3 の画像から換算した値を言う．

2　人工衛星画像

本報では，1982年 5 月25日に東シナ海を観測した LANDSAT 3（4バンド，0.5〜0.6μm，緑色光）の画像（宇宙開発事業団提供，70㎜ネガフィルム）をポジフィルムに反転して用いた．提供された画像（Fig. 7 上段）はスタートラインの移動によって横幅は39㎜に短縮されているが，その画像範囲は Fig. 1 に示したとおり，31°30′N 線に沿う横断観測線の一部と対応している．この LANDSAT 3 の観測日に対応する海洋観測は 5 月29日に実施したものである．

画像に示される画像濃度指数の基準決定は次の方法によった．光学顕微鏡（10×15倍）の接眼レンズ上に写真用露出計（セコニック，マイクロレーダー）をセットし，顕微鏡のスライディングステージに LANDSAT 3 のポジフィルムを置き，このフィルムを 1 ㎜間隔で左右または上下に移動させ，ポジフィルムの透過照度を読み取った．この場合の一回の測定面積は0.63 ㎜²になる．また，ポジフィルムの 1 ㎜は海上距離に換算すると3.4㎞に相当する．使用した LANDSAT 3 の画像フィルムは上下幅50㎜，左右幅39㎜であるから，透過照度測定回数は50×39＝1950回である．

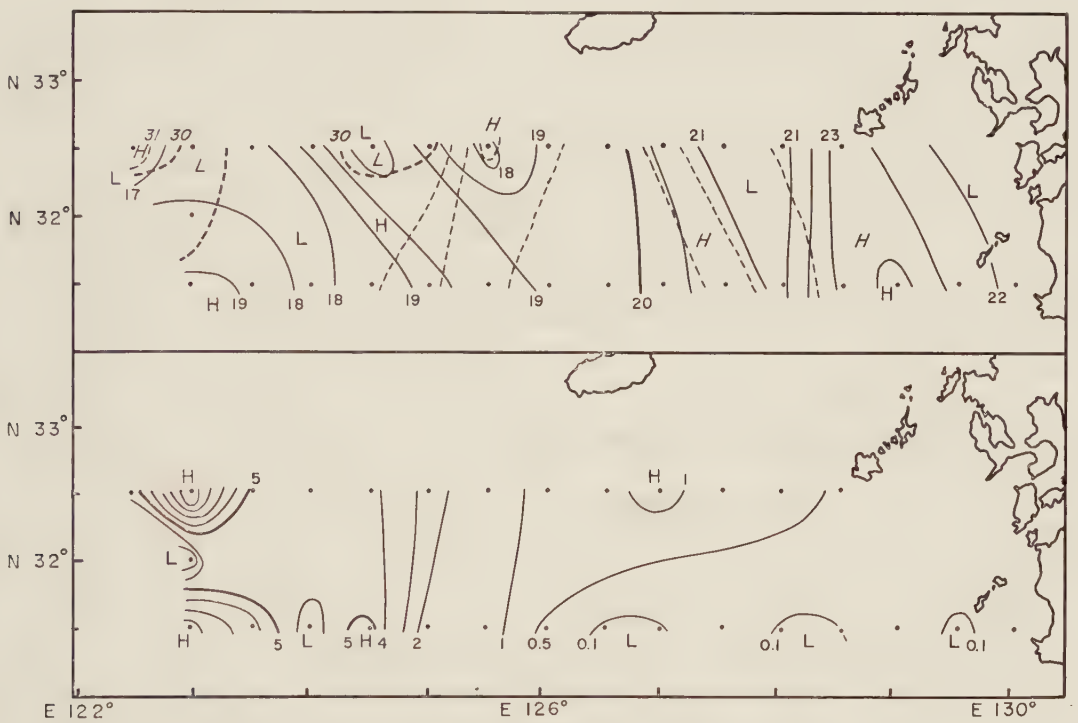


Fig. 2. 水温，塩分及びクロロフィル *a* 量の水平分布（表面と10m層の平均）
上段：—水温，---塩分　　下段：クロロフィル *a* 量
Horizontal distribution of water temperature, salinity and chlorophyll *a* concentration (average value of the surface and the depth of 10 m layer).
Upper : Solid line; water temperature (°C). Dashed line; salinity (‰).
Lower : Chlorophyll *a* concentration (mg · m^{-3}).

LANDSAT 3 画像の濃度差は Fig. 7 上段に示したように16段階である．一方，露出計を用いた測定では Fig. 7 下段に示したように12段階の濃度差で測定された．

結 果 と 考 察

1 海洋観測の結果

(1) 表層水の状態

1982年5月の水温と塩分について，表面と10m層の平均値を用いた水平分布を Fig. 2 上段に示した．中国大陸沿岸水の影響の強い低温低塩分域は 123°E 付近から東南東方向へ拡大延長し，124°30′E 付近まで達している．山下[3] は30m層の現場滲透圧水平分布から中国大陸沿岸水と黒潮分派との間には顕著な潮境が形成されていると報告している．中国大陸沿岸系水域より東側の 125° から 128°E に至る海域は周辺海域より，やや低温・低塩化（18～21℃，32.9～34‰）している．これは黄海底層冷水の影響によるものではないかと考えられる．対馬暖流系水（22～25℃，34.5‰台）と大陸棚上の混合水との間の 128°30′E 付近には顕著な潮境が形成されていた．

クロロフィル *a* 量の表面と10m層との平均水平分布を Fig. 2 下段に示した．クロロフィル *a* 量の水平分布を水温及び塩分の分布から海域別にみると，中国大陸沿岸系水域に最も多く，これより東方へ移行するとともに減少して対馬暖流域において最も少ない．

すなわち，対馬暖流域のクロロフィル *a* 量は0.5mg·m^{-3}以下を示し，黄海底層冷水の影響がみられる 125°～128°E 付近の海域でのそれは 0.5～1.5mg·m^{-3}，中国大陸沿岸系水域でのそれは 4.0mg·m^{-3} 以上の高い値を示した．

(2) クロロフィル *a* 量の鉛直分布

クロロフィル *a* 量の鉛直分布を Fig. 3 に示した．対馬暖流系水域の Stn. 2～8 における表層付近のクロロフィル *a* 量の分布は少なく，特に Stn. 3 と 4 及び

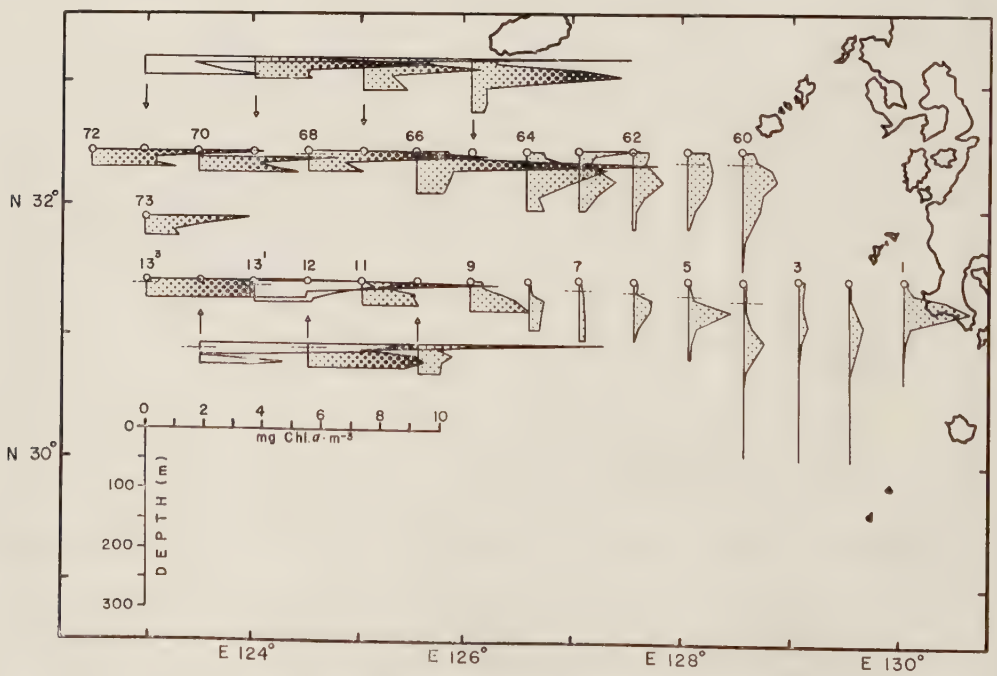


Fig. 3. クロロフィル *a* 量の鉛直分布
Vertical profile of the chlorophyll *a*.

Stn. 7 では表面から水深50mまでは 0.1mg·m^{-3} 以下と少ない.

混合水域の Stn. 9 から西側におけるクロロフィル *a* 量の鉛直分布様式は対馬暖流系水域のそれとは大きく異なり全層にわたって多い. この傾向は 32°30′N線上においても同じ傾向を示すが, 量的には 31°30′N線上におけるそれより多い.

定点観測においてクロロフィル *a* 量が最高値を示したのは Stn. 71 表面の 16.4mg·m^{-3} であり, 次に多いところは Stn. 12 (表面, 9.9mg·m^{-3}), Stn. 13-2 (表面, 7.1mg·m^{-3}), Stn. 13-3 (10m層, 11.9mg·m^{-3}) 及び Stn. 66 (20m層, 8.1mg·m^{-3}) などである.

1981年5月 (小笹[4]) の観測におけるクロロフィル *a* 量の分布は, 暖流の影響の強い海域では今回と大差はみられなかったが, 大陸棚上では1982年5月の約½以下のところが多かった.

有光層 (透明度水深×3倍) 内のクロロフィル *a* 量の積算値は Stn. 2, 3, 7及び Stn. 8 は 10mg·m^{-2} 以下と少ない.

(3) 水域別の特徴

クロロフィル *a* 量の鉛直分布様式は海域によって異なり, 暖流系水域に位置する Stn. 2～4では分布量及びそれの鉛直差とも少ない, その中で 0.6mg·m^{-3} が鉛直差としては比較的に大きく, 極大層は75～100mにみられた. Stn. 6～8 の分布量は Stn. 2～4のそれ

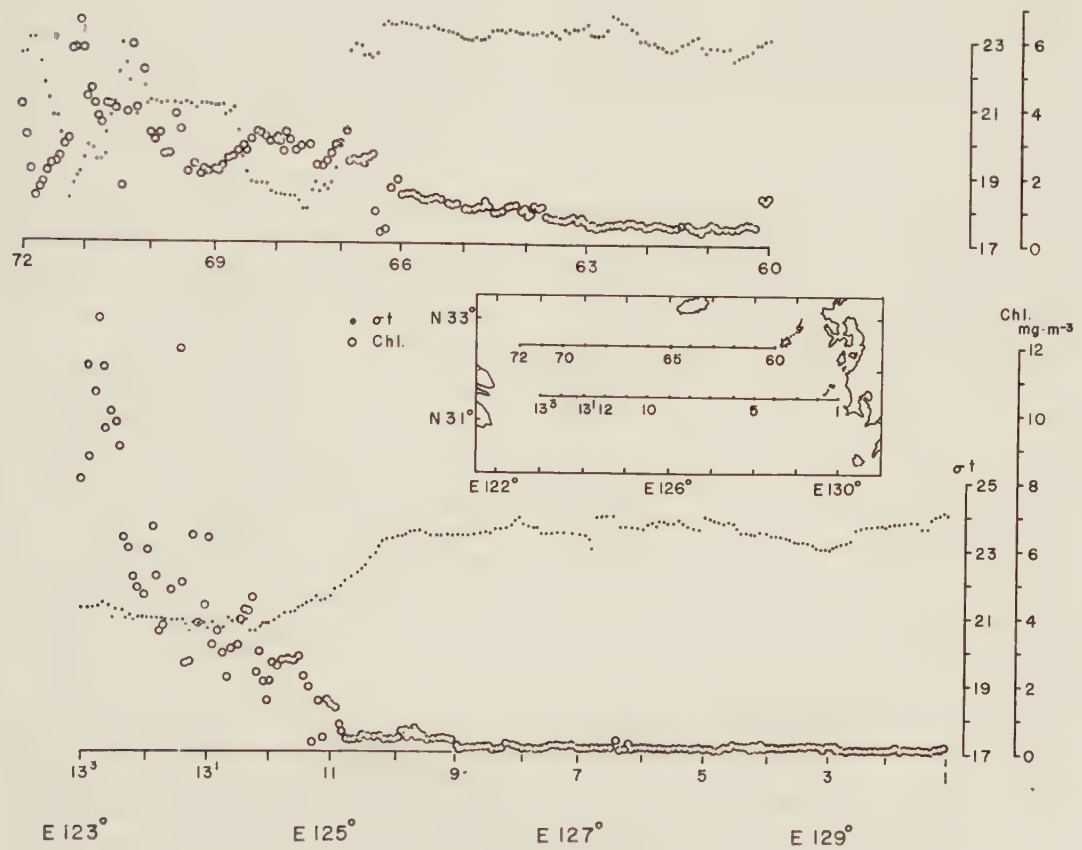


Fig. 4. 5m層における σtとクロロフィル量の水平分布
•印: σt　○印: クロロフィル量
Distribution of σt and chlorophyll at 5m layer on 2 transect lines.
Close circles; σt. Open circles; chlorophyll.

より多いが，鉛直差は小さく Stn. 8 の 0.6mg·m^{-3} が最大である．クロロフィル*a*量の極大層の現われる深さは Stn. 2～4 よりも浅くなり30m層にみられた．

塩分の鉛直差は Stn. 10 から東側では少ないが，Stn. 11 から西側では大きくなって表面から20m層間において 2‰ 以上を示し，Stn. 13-3 の同層間では 2.33‰と大きい．このように塩分の鉛直差が大きい層では，クロロフィル*a*量の鉛直差も大きい．また，クロロフィル*a*量の極大層は表面から20m層間にみられた．

塩分の鉛直差が大きなところは Stn. 68 であり，ここの表面から10m層間で5.47‰を示し，同層におけるクロロフィル*a*量の鉛直差は 3.14mg·m^{-3} を示した．このように九州西方の暖流域において水温・塩分の鉛直差の小さな海域におけるクロロフィル*a*量は少なく，またその鉛直差も小さく，クロロフィル*a*量の極大値は小さく100m層付近にみられた．これに対して中国大陸沿岸水の影響が強い海域では塩分の鉛直差が特に大きい．しかし，クロロフィル*a*量の多いところは前記のように塩分差の大きい水域の周辺部にみられた．

(4) 横断観測線上のクロロフィル量の変化

水深5m層で水温・塩分を連続測定した結果から計算した σ_t と同層のクロロフィル量の水平分布を Fig. 4 に示した．31°30′N 線上において σ_t が23以上を示す海域におけるクロロフィル量は 0.5mg·m^{-3} 以下と少ない．σ_t が低下傾向に転じる 125°30′E 付近から西側の海域におけるクロロフィル量は増加傾向を示している．この 31°30′N 線上におけるクロロフィル量の最高は 12.7mg·m^{-3} を示し，逆に最低は 0.1mg·m^{-3} を示した．

32°30′N 線における σ_t とクロロフィル量との関係は 31°30′N 線上のそれに類似している．すなわち，σ_t の高い水域におけるクロロフィル量は 31°30′N 線

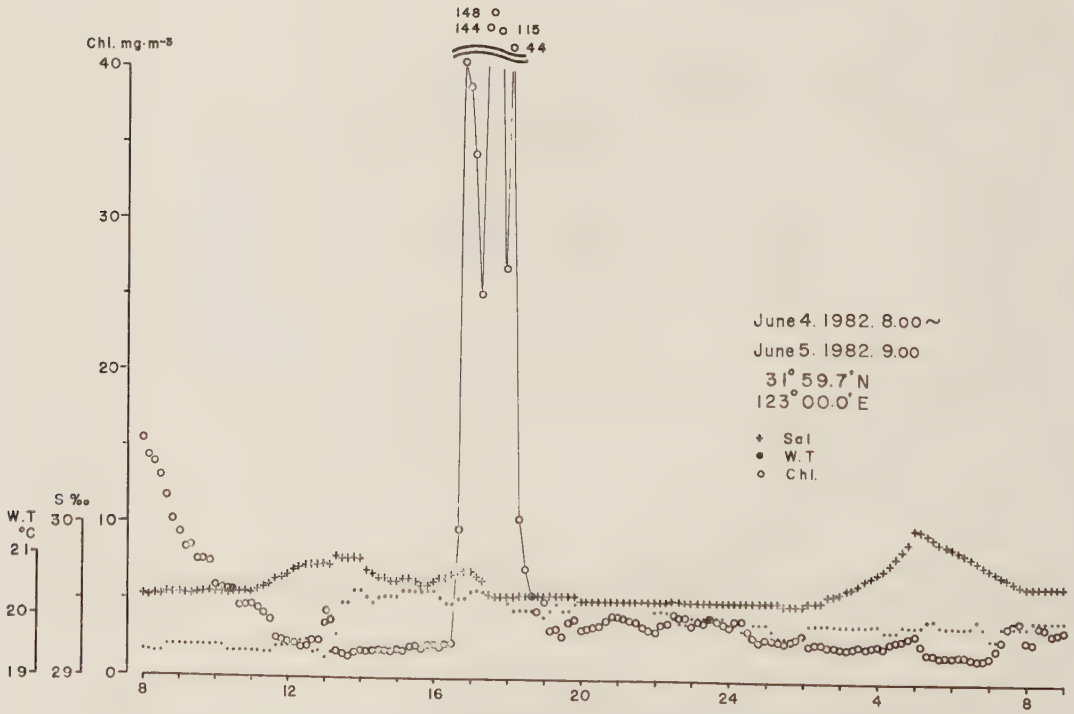


Fig. 5. 定置観測による水温，塩分及びクロロフィル量の経時変化
Diel change of water temperature, salinity and chlorophyll concentration.

上のそれより多く，その最低は 0.3mg·m^{-3} である．逆に最高は 31°30′N 線上のそれより少なく 5.7mg·m^{3} を示した．

31°30′N 線における σ_t の内容についてみると，水温の高温域（24.9℃）と低温域（19.0℃）とでは約6℃の差がある．一方，塩分の高塩域（34.59‰）と低塩域（29.61‰）とでは約5‰の差を示した．Fig. 4に示した σ_t の値が東に高く，西に低いのは水温変化より塩分差の方が大きく影響している．

(5) クロロフィル量の時間変化

1982年6月4日8時から翌5日9時までの間，中国長江沖約60海里（31°59.7′N, 123°00′E）の地点において25時間の錨泊定置観測を実施した．その際に水温，塩分及びクロロフィル量の連続測定を水深5m層について行った結果をFig. 5に示した．この地点はFig. 2からも明らかなように中国大陸沿岸系水域と黒潮系水域との潮境付近に位置している．この定置観測地点付近は山下[3]が報告しているように顕著な潮目が形成されており，付近には大規模な帯状赤潮（ピンク・茶・白色）が目視されている．

Fig. 5 の連続観測記録の読み取り値をみると，塩分は4日11時から12時にかけて0.2‰高くなり，その後は17時まで小刻みな上下変化を繰返しながら経過し，17時から約0.15‰の下降を示している．水温の顕著な急昇（約1℃）は塩分の上昇より約2時間後の13時頃に現われ，その後小さな上下変化を繰返しながら経過し，21時以後は初めの水温より約0.5℃高い値が続いている．

クロロフィル量の変化をみると，観測開始の8時には 15.5mg·m^{-3} を示していたのが，その後次第に減少して10時40分には 4.6mg·m^{3} となり，16時30分にはさらに減少して当初の約1/7（2.2mg·m^{-3}）になった．この直後からこれまでの減少傾向が増加に転じて16時30分には 40.3mg·m^{-3} まで急増した．このように高い値は約2時間続いたが，この間の最高は 148.6mg·m^{-3} を示した．これらの高濃度水は18時40分には 5.5 mg·m^{-3} まで減少し，その後は 2～4mg·m^{-3} の変化幅で推移した．

このクロロフィル高濃度域の広さについて潮流観測の値から推定すると次のようになる．ベクトル長では 5.86km，これを直線距離になおすと5.6kmになる．また，平均流向は172.8°，平均流速は 81.4cm·s^{-1} の速さで通過したものとみられる．

17時の鉛直観測におけるクロロフィル a 量は表面では 4.87mg·m^{-3}，10m層では 22.77mg·m^{-3} を示している．5m層の連続観測における同時刻のクロロフィル量は 38.7mg·m^{-3} を示していることからみて，前記のクロロフィル高濃度水塊の厚さは数m程度とみられ

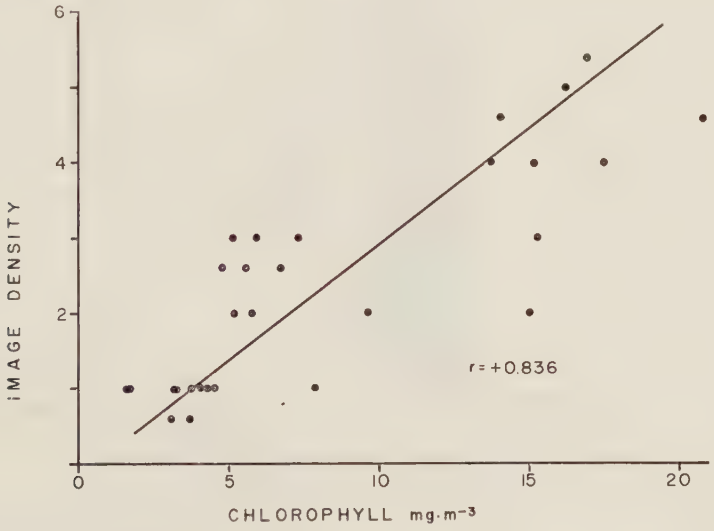


Fig. 6. クロロフィル量と LANDSAT 3 （4バンド）輝度との関係
Chlorophyll concentration LANDSAT 3 (Band 4) brightness relation.

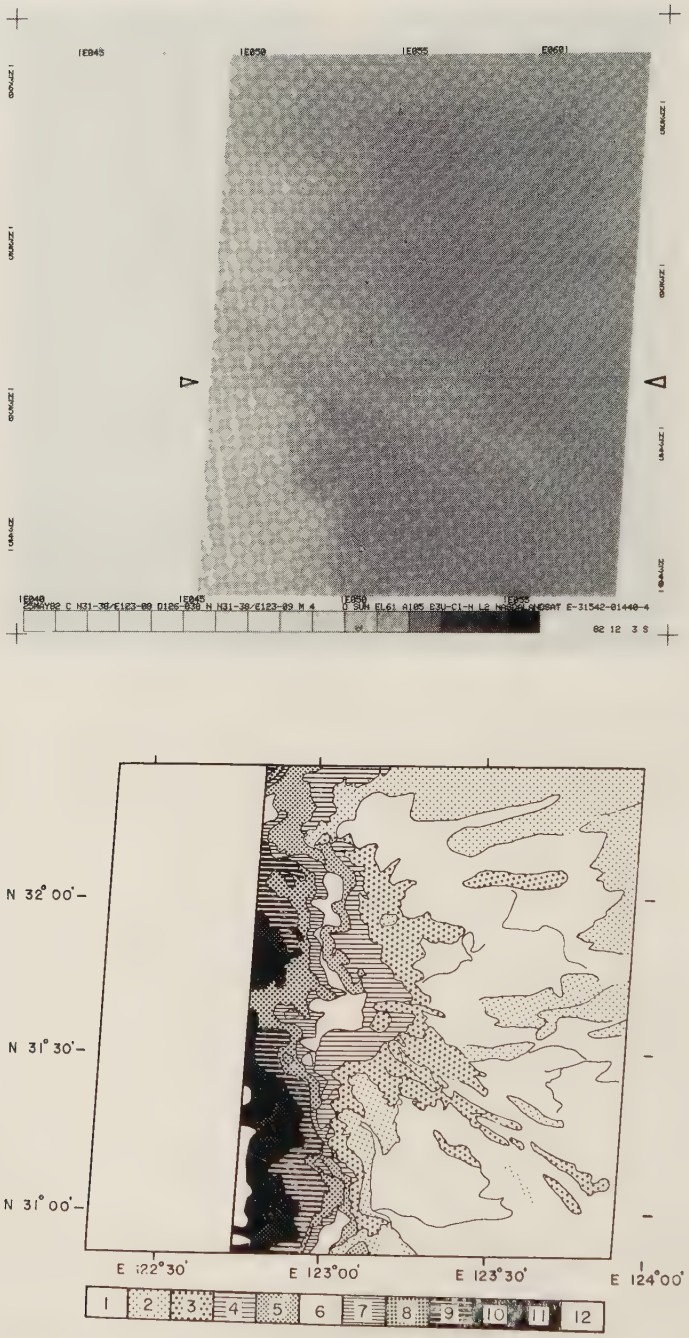


Fig. 7. LANDSAT 3 （4バンド）の画像とそれを数値化した濃度指数による図
LANDSAT 3 (Band 4) picture and its corresponding image density index converted with the readings of the photometer.

る．

以上3項目の経時変化をまとめてみると，観測開始時には低温・低塩分で高クロロフィル量特性を示す中国大陸沿岸系水の影響下にあったものが，その後は高温・高塩分で低クロロフィル量特性の黒潮系水に変ったものとみられる．この観測地点付近の潮流は，ほぼ南北に近い長軸をもった半日周潮成分が極めて大きい特徴を示すが，16時50分からのクロロフィル量の大きな変化については潮流による輸送のみでは説明し難い経時変化を示している．

2　人工衛星画像とクロロフィル量との関係

LANDSAT 3の画像ならびにそれを数値化した図からみると，中国大陸沿岸とほぼ平行した形状で画像濃度指数の高い部分が広がり，沖合へ移るにしたがって画像濃度指数の低い部分となっている．さらに，画像中央付近（31°30′N, 123°20′E）から南東へ段階3の断続的な帯状のやや濃度指数の高い部分が延びている．

一方，この海域におけるクロロフィルa量は，鉛直的には躍層付近で最大となるが，有光層内鉛直積算値を取っても，或る任意層における量をもってしても海域の水塊特性を相対的に示し得ることは前記のとおりである．また，経時的にみると一時的に大きな変化を示すこともあるが，ほぼ中国大陸沿岸系水や黒潮系水の水塊特性を示しているものと考えることができよう．

本報で用いた人工衛星画像と海洋観測が行われた日とは4日間の差がある．また，LADSAT 3の画像区域内でLANDSAT 3の画像濃度指数と対比できるクロロフィルa量の値は3試料しかないため，これは参考資料とした．そこで，これにかわるものとして測定値が多くある5m層のクロロフィル量を用いて検討した．

クロロフィル量と画像濃度指数を決めた基準区間（海上3.4km）中央点との照合はFig. 1に示した海域において29資料が得られた．連続測定は船底からポンプアップしたものであるから，ある程度のtime lagがある．さらに，種々の雑音信号を拾うことも考えられるので，連続アナログ記録から画像読み取り中央点通過時間値（A），通過時とその前後1分経過時の3つの値の平均（B），A＋Bと通過時の前後2分経過時の5つの値の平均（C）の3方法のそれぞれと画像濃度指数とを比較検討したところ，次のような相関関係が認められる．なお，記録紙上における1分間は航走距離では775mに相当する．

相関係数をrで示すと，$r_A=+0.791$, $r_B=+0.831$, $r_C=+0.836$ となりいずれの値も充分有意な関係にあるが，r_C が最も高く，その散布図は Fig. 6 に示したとおりである．

Fig. 6 に示した画像濃度指数は0〜6の範囲であるが，実際のそれは Fig. 7 下に示したように1〜12の範囲である．画像濃度指数（ID）からクロロフィル量（CHL）は次式を用いて推定できる．

$$CHL\ (mg\cdot m^{-3}) = 0.53 + 3.24ID$$

しかし，画像濃度指数7以上の海域においてはこの画像濃度指数とクロロフィル量との関係については上式から推算することはできない．上式を用いて各画像濃度指数（90%信頼度）からクロロフィル量を推定すると次のとおりになる．

画像濃度指数	クロロフィル量
1	$3.8mg\cdot m^{-3}$ ($0〜9.3mg\cdot m^{-3}$)
3	$10.3mg\cdot m^{-3}$ ($4.8〜15.7mg\cdot m^{-3}$)
5	$16.7mg\cdot m^{-3}$ ($11.0〜22.5mg\cdot m^{-3}$)
7	$23.2mg\cdot m^{-3}$ ($16.9〜29.5mg\cdot m^{-3}$)

画像濃度指数9〜10については，錨泊定置観測において $148.6mg\cdot m^{-3}$ のクロロフィル量が認められ，また，LANDSAT 3の画像では中国大陸側にはさらに高濃度部分がみられていることからクロロフィル量に換算すると $200mg\cdot m^{-3}$ 以上と推定されよう．

調査船による観測海域については，今回実施した観測海域より西側は観測出来ないために，123°E以西の高濃度域については，この高濃度が植物プランクトンによるものであるのか，または，浮泥などに起因する高濁度による色調の影響をLANDSAT 3の4バンドで測定したものであるのかは不明である．しかし，過去の調査結果から推察すると，中国大陸寄りではその沖合域より植物プランクトンは少なく，河川水によって運ばれてきた浮遊懸濁物（主に浮泥）が沖合域より多いとみられる．以上の事から画像濃度指数11と12は植物プランクトン量ではなく，浮遊懸濁物量を現わしていると思われる．

31°30′N, 123°E 付近から南東方向の 31°N, 124°E 側に向ってクロロフィル量の多い水が帯状に延びてい

るのが認められる．これと同じような現象は NIMBUS 7（筆者ら）によっても報告されている．

32°30′N 線における 123°E 以東では 31°30′N 線上よりクロロフィル濃度が高いのは Turner 111 型螢光光度計による測定結果とも一致している．

論　　議

広域同時観測の必要性

植物プランクトンの分布は一般には不均一分布であり，パッチ状の分布が多いと言われている．このような分布をしている植物プランクトンの調査を点としての観測を行うと，その分布量及び分布様式を把握できる可能性は低い．また，植物プランクトンの群体そのものを採取した際には異常に高濃度の植物プランクトンが分布していたように示されることになる．

受動的に移流する植物プランクトンは流れによって運ばれるから，船舶による調査では時間的なずれが大きくなる．これを補う方法の一つに人工衛星を用いた調査が揚げられる．この方法は精度的にはまだ多くの問題を含んでおり，そのデータの解析を進めるなかで従来の方法による測定値との比較検討を行って精度を向上させることがいそがれている．

人工衛星のデータを用いて柴田[5]，秋山ら[6] 及び Hu[7] らは東シナ海とその周辺海域について，水温差を利用して流況に関する解析を行った．筆者ら[1] は NIMBUS 7 と植物プランクトンとの関係さらに漁業との関連についても検討した．

人工衛星観測の問題点

人工衛星の特徴は広域を短時間に観測できることである．その反面において LANDSAT 3 を一例としてあげると次のような事柄が問題となろう．

イ　識別可能な大きさは57 mまでである．これより小さいものは識別できない．ただし，植物プランクトンの分布調査は各々の植物プランクトン細胞や，これの集合体や小さなパッチを観測するのではなく，パッチの集合体もしくは異質な水塊間における植物プランクトンの分布密度の相対的なちがいを識別することは可能と考えられる．

ロ　人工衛星の観測は天候，時刻によって大きく左右され特に雲があると，海洋情報は得られないことが多い．

ハ　希望する場所，日時の設定はできない．

ニ　受信したデータは一般には処理できない．

ホ　LANDSAT 3 の 4 バンドは 0.5〜0.6μm の測定波長を使用しているため水中の懸濁物などの影響を受けやすい．この特徴を活用して植物プランクトン分布や浮遊懸濁物などの情報を得るのに利用されている．しかし，この場合に植物プランクトンの情報と浮遊懸濁物からの情報を分離することは困難である．

1981年5月に東シナ海の 31°30′N と 32°30′N 線で濁度を測定した結果についてみると，表面から水深20 m層までは Stn. 70〜72 を除き 1〜2mg·l^{-1} 程度の分布量であるが，これより下層において増加している．この時のクロロフィル量の分布は上層に多くて下層に少ない分布を示しており，濁度の分布とは逆の分布型を示した．これらの事柄と今回測定したクロロフィルa量，水温及び塩分の鉛直分布ならびに透明度水深などからみて，濁度の分布は1981年5月のそれと大差はないとみられる．

LANDSAT 3 の画像濃度指数は，123°E 以東においては植物プランクトン量を現わしているものと仮定して直接連続測定したクロロフィル量との検討を行った．

要　約

LANDSAT 3（4バンド）の70㎜フイルム画像と，東シナ海で水深5m層を直接連続測定したクロロフィル量の水平分布との検討を行い次の結果が得られた．

宇宙開発事業団から提供された70㎜フイルムを顕微鏡と写真用露出計を組合せて用い，その透過照度を読み取り数値化した．この方法によると正常な70㎜フイルムからは2,500個の読み取り値が得られる．フイルム上における1㎜の長さは海上距離では約3.4㎞に相当する．

水深5m層の海水をTurner 111型螢光光度計を用いて連続測定したクロロフィル量とLANDSAT 3の画像を数値化した画像濃度指数との相関係数は $r=+0.836$（$n=29$）と高い正相関関係が認められた．

画像を数値化した濃度指数をクロロフィル量に換算すると，濃度指数 1＝3.8mg·m^{-3}，3＝10.3mg·m^{-3}，7＝23.2mg·m^{-3}となり，濃度指数9～10－200mg·m^{-3}以上と推定される．濃度指数11～12は植物プランクトン量よりも浮遊懸濁物による影響を強く受けている海域を示しているとみられる．

文　献

1）I. Yamanaka, T. Hosomura and E. Kozasa 1984：Image analysis of the NIMBUS-CZCS data in the waters adjacent to Japan. *Far Seas Fisheries Research Laboratory Bull.*, (21), 25～76.

2）小笹悦二　1983：植物プランクトンの微細分布とその変化．黒潮の開発利用の調査研究成果報告書（その6），科学技術庁研究調整局・海洋科学技術センター，241～244.

3）山下秀夫　1983：東シナ海の環境特性と漁場形成機構の解明．黒潮の開発利用の調査研究成果報告書（その6），科学技術庁研究調整局·海洋科学技術センター，209～211.

4）小笹悦二　1982：プランクトン等の分布とその変化．黒潮の開発利用の調査研究成果報告書（その5），科学技術庁研究調整局·海洋科学技術センター，293～307.

5）柴田　彰　1983：東シナ海大陸棚外縁に沿う黒潮の蛇行．海と空，**58**（4），113～120.

6）秋山正寿・宮地邦明・杉森康宏　1982：人工衛星熱赤外画像データによる東シナ海の中規模渦の解析．空と海，(5)，11～27.

7）Oscar K. Huh　1982：Satellite observations and the annual cycle of surface circulation in the Yellow Sea, East China and Korea Strait. *La mer*, (20), 210-222.

油谷湾における底生魚類相の時空間的変動

大 森 迪 夫*,**

Temporal and Spatial Changes of Demersal Fish Fauna in Yuya Bay

Michio OMORI*,**

A series of ecological investigations on the survival of red sea bream *Pagrus major* in Yuya Bay, Yamaguchi Prefecture, was carried out from 1975 through 1977 by the members of the Shimonoseki Branch of the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory. As a part of the whole study, the temporal and spatial changes of the demersal fish fauna are important for the ecological study as a primary information.

Based on the WILLIAMS' method for the analysis of three-dimensional data (site × species × time), catch records of experimental operations gathered with a type of beam trawl were analysed.

The results obtained are summarized as follows:

1) The whole area is divided based on the difference in the species composition of fish assemblage. Area A: a zonal area along the southern coast of the bay and Ōura Inlet located in the northeastern part of the bay. Area B: a zonal area from the bay head through the central region to the bay entrance. Area C: a small area around Station 3 in the innermost part of the bay. Area D: a coastal small area on the east side of Takeshima Is. Furthermore both Areas A and B can be divided into two sub-areas: the entrance side and the head side of each area, named A_1, A_2, B_1, B_2 respectively.

2) These areas can be characterized by the environmental condition. Area A is a region often occupied by the open sea water and its bottom sediments are relatively coarse. In contrast, Area B has a silty bottom and is often affected by a fresh water inflow from the Kakebuchi River. Sub-areas A_1 and B_1 within each area are regions with the higher embayment degree than A_2 and B_2 respectively. Area C has a very coarse bottom environed by a silty bottom. Area D is distinctive from the

昭和59年5月9日受理 (Received May 9, 1984)
西海区水産研究所業績第417号 (Contributions from the Seikai Regional Fisheries Reseearch Laboratory, No. 417)
*西海区水産研究所 下関支所 〒750 下関市東大和町2-5-20 (Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Shimonoseki Branch, Higashi-yamato-machi, Shimonoseki 750, Japan)
**現在：東北大学農学部 〒980 仙台市堤通雨宮町1-1 (Present address: Faculty of Agriculture, Tohoku University, Tsutsumidori-amamiya-cho, Sendai 980, Japan)

other areas for being located within a dense Zostera belt.

3) Classifying species based on the difference in catch among the sampling stations, two groups can be discriminated from each other. The first is inhabiting Area A at a high density and the other is living densely in Area B.

4) Classifying dates based on the difference in the species composition among the sampling times, five periods are discriminated from one another. Two of them are the seasons when the species composition keeps a stable state and the others are the transitional seasons between them. The formers are periods from late June to late August and that from early February to mid-March, and the latters are from late August to early September, mid-December and late May.

5) Taking into consideration the seasonal changes in the alternation of species, the species equitability and the number of the species occurring, the change in the species composition during the period before and after early September seems to be the reflection of the fluctuations in the species equitability caused by the extreme increase and decrease in population size of a few species.

In mid-December it seems to be the reflection of both the decrease of the number of the species occurring and the fluctuation of the species equitability.

底生生物の研究において，生物相の時空間的な異同に基づく群集の識別が一般に行われている．そのような底生生物相の違いは底質や水塊配置といった非生物的環境条件の違いを反映していると共に種間の関係の違いをも当然内包している．このように底生生物相の時空間的変動は群集生態学的研究における基礎的知見として重要な意味を持っている．

西海区水産研究所下関支所では1975年より1977年に至る3年間，山口県北西部にある油谷湾を調査海域としてマダイ *Pagrus major* 稚幼魚の生残過程に関する一連の生態学的研究を行ってきた．この報告はそれらの研究の一部として，油谷湾の底生魚類相の時空間的変動を解析して簡明に記述し，今後の研究に資することを目的とするものである．

本報告をとりまとめるにあたり，遠洋水産研究所南大洋生物資源研究室長嶋津靖彦博士から統計的取扱いに関して適切かつ詳細な御批判と教示をたまわった．又，東北大学農学部教授川崎健博士，西海区水産研究所下関支所長花渕信夫氏には御校閲をたまわった．心より御礼を申し上げる．又，本報文の発表の機会を与えて下された西海区水産研究所長佐藤重勝博士に心から感謝する．

資 料 及 び 方 法

用いた資料は湾内に設けられた14定点（Fig. 1）について1976年5月下旬から1977年3月中旬に至る期間に行われた小型底びき網による魚類の採集個体数の記録である．使用した漁具は網口に8.0mの張竹を張った，網の長さ6.0m，袋網の目合22mmの底びき網で，袋網部に網目幅2.25～2.50mmのカバーネットを装着したものである．1回のひき網は2ノット前後で10分間としたのでその距離は約600mである．解析のための資料は袋網部とカバーネットによる採集尾数を合わせた値を用いた．

資料の解析は Williams[1] の場所×種×時期の3次元データーの解析方法による．その方法は以下の通りである．

場所（$k=1, 2\cdots\cdots p$），時期（$i=1, 2, \cdots\cdots t$），種（j

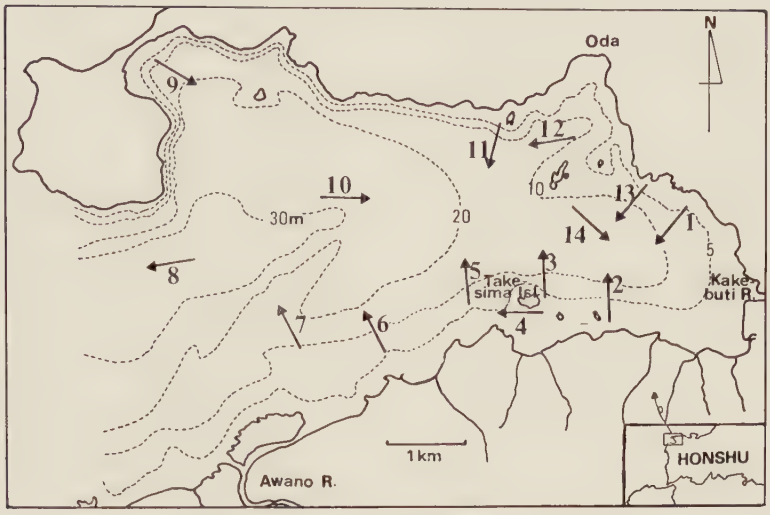


Fig. 1. 小型底びき網による調査定点
Location of sampling stations.

=1, 2,……s) の3つの要因によって区分された個体数をx_{kij} で表わす．x_{kij} はある場所 (k) である時期 (i) に採集されたある種 (j) に属す個体数である．$d_{ij}=X_{1ij}-X_{2ij}$ とすれば，d_{ij} は同一時期に採集された同一種の個体数の場所1と場所2の間の違いを表現している．この d_{ij} を要素とする行列は（場所1と場所2に関して）t 行×s 列の大きさとなる．このデーター行列の種に起因する分散は $\sum_j(D_j-\bar{D})^2/t\cdot(s-1)=[\sum_j\{(C_{1j}-\bar{C}_1)-(C_{2j}-\bar{C}_2)\}^2]/t\cdot(s-1)$ と表される．但し，$D_j=\sum_i d_{ij}$，$\bar{D}=(\sum_j D_j)/s$，$C_{kj}=\sum_i x_{kij}$，$\bar{C}_k=(\sum_j C_{kj})/s$ である．この分散は式から明らかなように，幾何学的には $t\cdot(s-1)$ でスケーリングされた場所1と2の間の標準化しないユークリッド距離の2乗を表わす．このようにして得られた値は，時期による違いの効果を除外した場合の種組成の場所間の違いを表すものである．そこで，場所の各組合せについて種に起因する分散の値を求め，さらにそれらの値を用いたクラスター分析を行うことにより種組成の違いに関する場所の類別を行うことができる．

同様の趣旨により，場所1と場所2について時期に起因する分散を計算することができる．さらに，今度は種1と種2について，場所に起因する分散および時期に起因する分散を計算すること，あるいは時期1と時期2について他の2つの要因に起因する分散を計算することができる．これら3つの要因の組合せによる分散は，その交互作用をも含めて，Table 1 に示したように9種類できることになる．

ユークリッド距離は分布の歪度により大きな影響を受けるので，用いたデーターは全て $l_n(x_{kij}+1)$ と対数変換したものを用いた．

クラスター分析は群平均連結法による．又，種の時・空間的な分布の図示は全て標準化した値を用いて表した．

計算は全て小型電子計算機 NEC-PC 8800を用いて行い，メモリーの制約上年間の総採集尾数の多い順に45種（同一種を発育段階で2つに分けたものを含む）を解析の対象とした．計算に用いたデーターの大きさは，14定点($p=14$)，13時期 ($t=13$)，45種 ($s=45$) である．

結 果 及 び 考 察

上記の分散の値はそれが大きい程より重要な情報を含んでいると考えられるので，9種類の比較それぞれにおける1比較平均の分散の値からどの比較が重要であるかを知ることができる．Table 1 に示された値は要因の各組合せごとに（例えば，種に関する場所の比較と場所に関する種の比較），又，交互作用の3つの値が同じ値を示し対称性を示すが，これは数学的に当然の帰結として説明されている[1]．種と時期の組合せは最も大きな値（15.8783）を示し，次いで種と場所の組合せの値（8.1376）が大きい．場所と時期の組合せは全種の採集尾数の積算値，つまり全ポピュレーションの生物量についての比較を意味するものでありこの研究の目的に合った意味のある解析ではない．又，その平均分散の値（3.9162）も小さく，種と場所の組合せの半分にすぎない．交互作用の平均分散の値はさらに小さく，場所と時期の組合せの1/3にすぎない．

これらのことから，ここでは種と時期及び種と場所の組合せについて解析を行うことにする．

種と場所の組合せ

場所に関する種の比較，つまり採集尾数の場所による違いに関して種を類別するための樹状図を Fig. 2 に示す．種は大きく2つの群，AとBに分かれる．それぞれの群内では明瞭な落差を示す連結は見られず，群をこれ以上細分することは不適切である．

幾つかの種の空間的な分布を Fig. 3 に示す．群Aに属するものと群Bに属するものの分布の特色の違い（以下，"分布の特色" という）は一見して明らかである．即ち，群Aに属する種の分布の特色は湾中央部を東西方向に貫く Stn. 1，8，10，11，12，13，14での分布個体数が多くその外側の Stn. 2，3，4，5，6，7，9 での分布は少ない傾向を示す．群Bに属する種は群 A に属する種とは全く逆の傾向を示し，湾の北岸あるいは南岸を中心に分布している．これらのことが Fig. 3 から読みとれる．

つぎに，種に関する場所の比較，つまり種組成の違いに関して場所を類別するための樹状図を Fig. 4 に示す．定点は大きく4つの群，A，B，C，D に分かれ，群 A と B はさらにA_1，A_2 及びB_1，B_2 にそれぞれ分けることができる．これらの群を海図上のゾーンとして Fig. 5 に示す．

これら "分布の特色" に基づく海域の区分と種組成の違いに基づく海域区分とは，湾軸に沿った海域（Stn. 1，8，10，11，12，13，14 を含む，以下 "Area A" という）と湾南岸に湾北東の入江を加えた海域（Stn. 2，3，4，5，6，7，9 を含む，以下 "Area B" という）とが区分されるという点において共通性がある．種組成の違いに基づく海域区分ではそれぞれの海域はさらに幾つかの小海域に区分された．Area A と B の間では種組成を比較する場合はもちろんのこと全ての種の分布密度が両海域で異なる程の違いがあるが，各々の海域の中では個々の種の分布パターンは相互に少しずつ異なっていて，種組成の違いとして見た場合に幾つかの小海域が区別されるにすぎないといえる．すなわち，Area A と B の間の何らかの環境要因の違いは種の分布を規制する要因としてはそれぞれの海域内の小海域間の環境要因の違いより強く働いていることを暗示している．

こうした結果と油谷湾の底質との関連性について次

Table 1. 1比較当りの平均分散
Mean variance per comparison

Nature of comparison	Variance attributable to			
	Site	Species	Time	Interaction
Inter site	—	8.1376	3.9162	1.2685
Inter-species	8.1376	—	15.8783	1.2685
Inter-time	3.9162	15.8783	—	1.2685

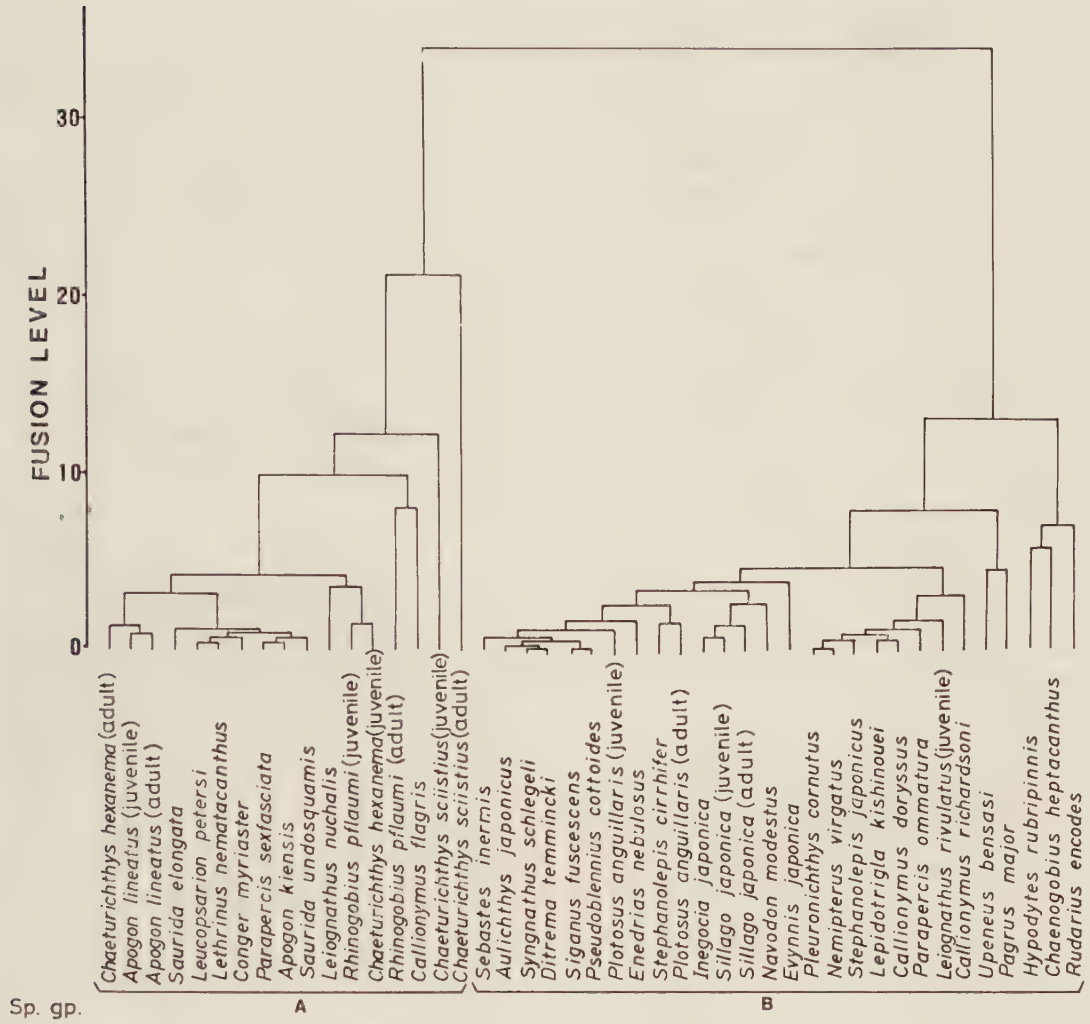


Fig. 2. 場所による採集尾数の違いにより種を類別するための樹状図
Dendrogram for classification of species with respect to sites (times eliminated).

に考察を行った．底質の分布[2]をFig. 6に示す．油谷湾では湾軸よりも南側の湾口部から入り北側から出る反時計廻りの恒流成分があり[3]，湾南岸沿いの海域は比較的流れの速い，外洋水の影響を受け易い海域である．この海域の底質は比較的粒度の粗い中砂あるいは礫まじりの砂である．一方，湾内で最も広く分布しているのはシルトであり，この海域は反時計廻りに形成されている環流の内側で，海水の動きが弱い海域である．前述の分析によって区分された Area A と B はこのような底質の違いに対応していることが明らかであろう．

Ogawa *et al.*[4] によると，湾内に流入する粟野川の影響は Stn. 6，5 の極く沿岸寄りに限られ，掛渕川の影響は Stn. 1，11，12，13，14の海域に及ぶという．恒流成分から考えられる湾内の流動をも考え合わせると，Stn. 1～4，11～14の海域は内湾性の強い海域であることが推定される．これらのことは水産庁[5]による底生無脊椎動物相の定点間の類似度，あるいは

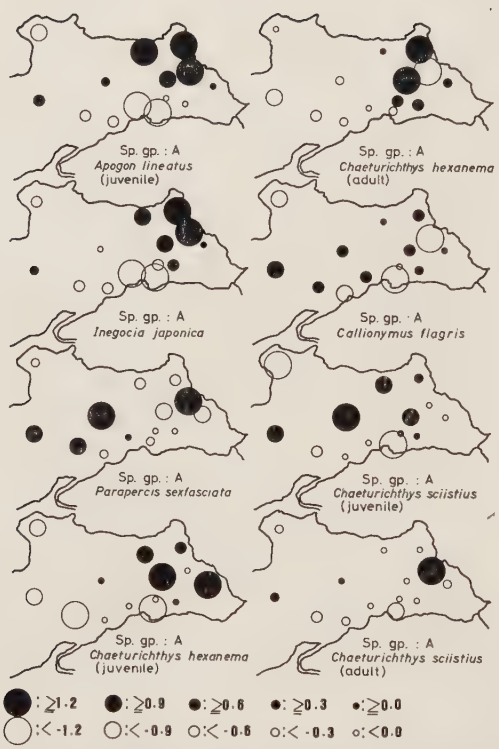


Fig. 3. 各魚種の分布．各定点の個体数は年間の総漁獲尾数を標準化した値で示してある．
Typical distributive pattern for each species. The number of indibiduals is expressed in standardized figure.

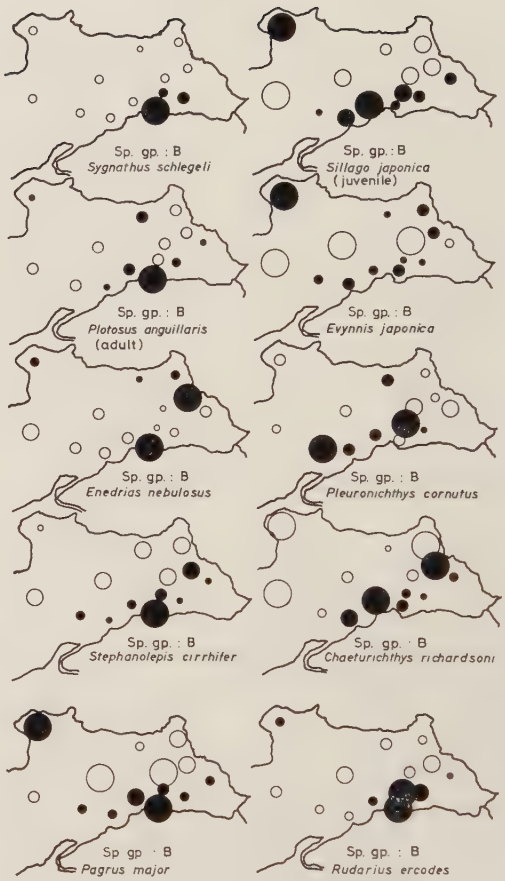


Fig. 3. 続き **Continued.**

外洋性指標種，内湾性指標種の分布等によっても裏付けられる．森[6]の調査によると，湾内には藻場の発達した場所が見られ，特に湾南岸の竹島以東の Stn. 2，3の岸寄りには湾内で最も大きなアマモ場が発達している．種組成の違いにより区分された Fig. 5 の D の海域（Stn. 4 近辺）は湾内で最もよく発達したアマモ場であり，このことが fusion レベルを大きな値にしていると考えられる．内湾性の指標種であるアマモの繁茂，あるいはその他の上述の知見も併せて考察すれば，2つに細分された Area B のうち B_1（Stn. 2，3，9）は B_2（Stn. 5，6，7）よりもより内湾度の強い海域であるといえる．同様に Area A の中の A_1（Stn. 1，11，12，14）は A_2（Stn. 8，10）よりも内湾度の強い海域である．また，C の海域はシルト地帯の中の底質の非常に粗い小海域である．

このように油谷湾の底生魚類相の場所による違いは底質，モ場の分布，内湾度の違い等と良く一致することが判った．

種と時期の組合せ

種に関する時期の比較，つまり種組成の違いに関して時期を類別するための樹状図を Fig. 7 に示す．時期は A ～ G の7つの群に分かれる．時間の連続性を考慮に入れれば それは次のようにまとめることができる．6月上旬から8月下旬に至る期間，9月下旬から11月上旬に至る期間及び2月上旬から3月中旬に至る3つの期間ではそれぞれの期間内における種組成の変化は小さい．これに対して，13の調査期間の中で，9月上旬，12月中旬及び5月下旬の期間が孤立しており，この前後の期間に種組成の大きな変動があったと

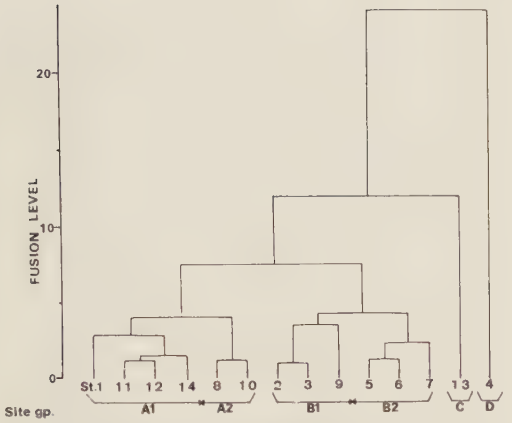


Fig. 4. 種組成の違いに基づき場所を類別するための樹状図
Dendrogram for classification of sites with respect to species (times eliminated).

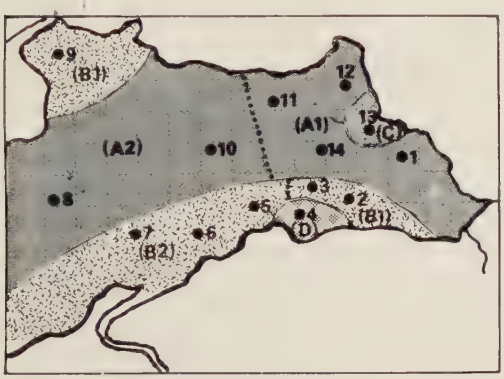


Fig. 5. 種組成の違いに基づく海域区分
Zonal discrimination for stations (A1, A2, B1, B2, C, D) by similarity indexes in species composition throughout the study times.

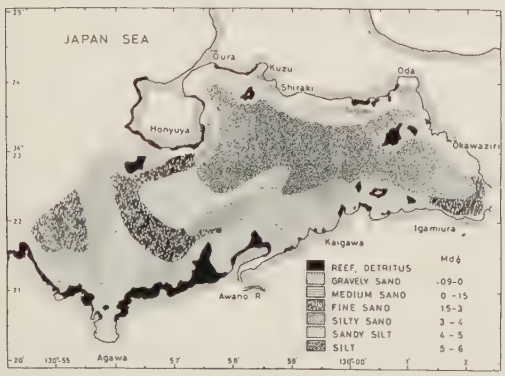


Fig. 6. 底質の分布（井上, 1980）.
Distribution of bottom sediment (Inoue, 1980).

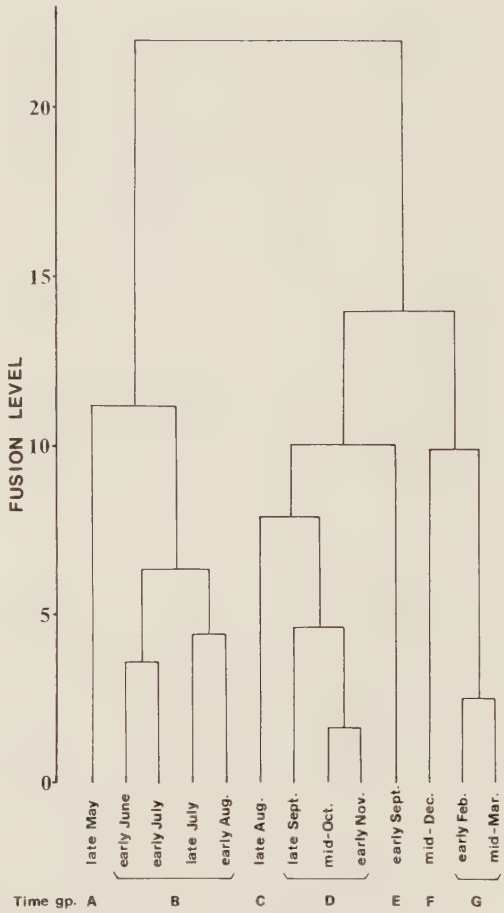


Fig. 7. 種組成の違いにより時期を類別するための樹状図
Dendrogram for classification of times with respect to species (sites eliminated).

推察される.

時期に関する種の比較，つまり採集尾数の時期による違いに基づいて種を類別するための樹状図を Fig. 8 に示す. A ～ F の 6 つの群が類別される. 群 D に属する種の数が非常に多いが，この群をこれ以上細分することは妥当性を欠く. 主な魚種の採集尾数の季節変化（Fig. 9）を見ると，群内，群間の不連続的な違いはなく，このことによって各群の特色を抽出することは不可能である.

このように種間の採集尾数の季節変動パターンの相違が連続的であるのに種組成の季節変化は明確で不連続な変化を示すが，それでは，種組成の季節変動が何

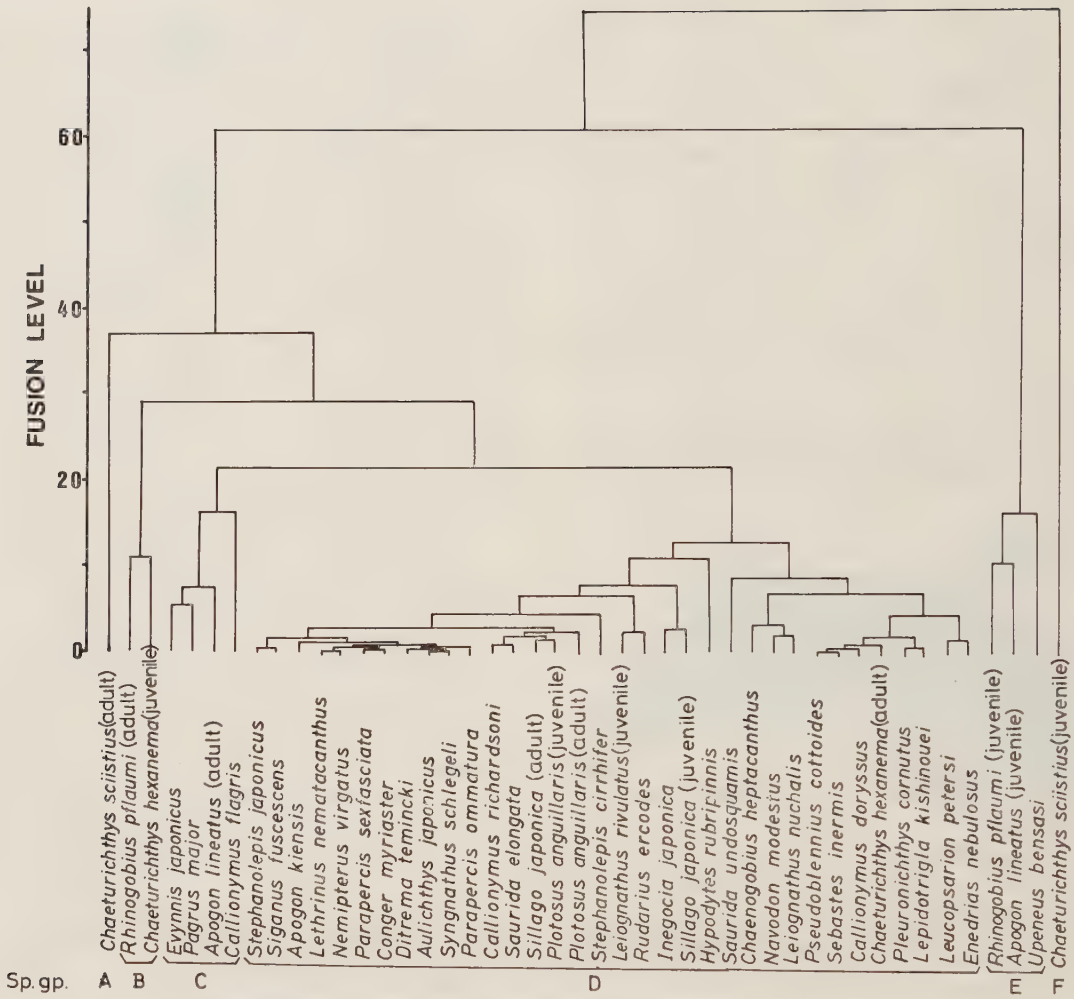


Fig. 8. 採集尾数の時期による違いに基づいて種を類別するための樹状図
Dendrogram for classification of species with respect to times (sites eliminated).

によりひきおこされたのかが問題となる．そこで，この問題との関連で，湾内全定点の採集尾数を積算したデーターに基づいて，シャノン・ウェーバーの種多様度指数とその指数を規定する2つの要素である種均衡度と出現種数[7]，さらにある調査時とその次の調査時の間で新たに出現あるいは出現しなくなった交代種の数のそれぞれの季節変化を求め，その解析を行った(Fig. 10)．多様度指数と非常によく似た季節変化を示すのは均衡度であるのに対し，出現種数と多様度指数の間には明瞭な相関が見られないことから，多様度指数は主に均衡度により規定されているものと思われる．注目されるのは交代種数の季節変化が小さいのに対して均衡度は急激で大きな季節変化を示すことである。9月上旬を境とする急激な変化はすでに前項で述べた種組成の急激な変化と一致する．種組成の比較では種の違いが考慮に入れられているのに対して均衡度は種の違いが考慮に入れられていない指数であるという違いはあるが，このことは9月上旬前後の種組成の急激な変化が出現種の交代を反映したと考えるよりも幾つかの種の増減を反映したものであると考える方

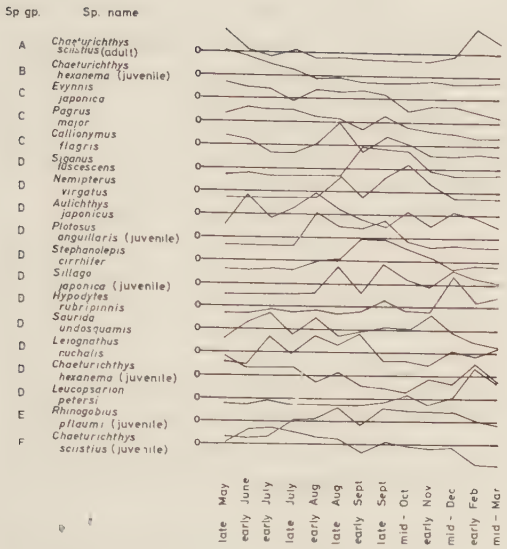


Fig. 9. 主要種の漁獲尾数の季節変化．漁獲尾数は標準化した値で示してある．
Typical pattern of seasonal change in abundance by species. Catch as an indicator of abuncance is expressed in standardized figure.

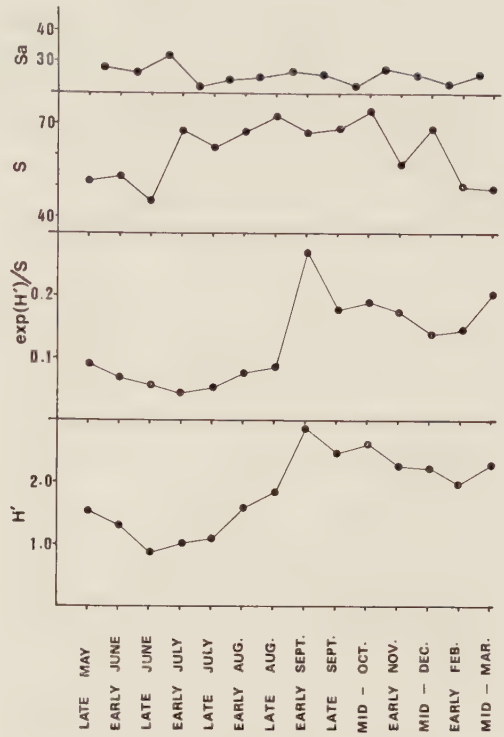


Fig. 10. シャノン・ウェバーの種多様度指数(H')，種均衡度(exp (H') /S)，出現種数 (S) 及び交代種数 (Sa) の季節変化．
Seasonal changes in Shanon-Weaver's diversity index (H'), measure of equitability (exp (H') /S), the number of species occurred (S) and the number of species alternating (Sa).

が妥当であることを暗示している．一方，12月中旬前後の種組成の変化に対応する時期には，それほど明瞭でないが出現種数の減少と均衡度の上昇が見られる．このことは，この時期に湾内に生息する魚種数が減少し，それらの魚種が比較的類似した割合で出現するようになったことを意味しており，このことが種組成の変化として表われたものと考えられる．一方，5月下旬を境とした種組成の変化はこの様な解析によっては説明されえなかった．

要　約

油谷湾における底生魚類相の時空間的変動の様相を簡明に記述することを目的として，Williams[1] の場所×種×時期の3次元データーの解析方法を用いて，小型底びき網試験操業記録の解析を行い以下の結果を得た．

1)　種組成の違いに関して場所を類別すると，A：湾南岸沿いの海域及び湾北東部の入江である大浦，B：湾軸に沿った海域，C：湾奥部の Stn. 13，D：竹島の岸側の海域の4つの海域に類別される．さらに，A 及び B 海域はそれぞれ湾口側と湾奥側の A_1，A_2 及び B_1，B_2 に細分される．

2)　このような海域の区分は底質の粒度の違いや，アマモ場の発達の程度，内湾度の違い等の環境条件の違いとよく対応する．

3)　採集尾数の場所による違いに関して種を類別すると2つの種群が区別される．それらの種群はそれぞ

れ A 海域で分布密度が高い種と B 海域で分布密度が高い種である.

4) 種組成の違いに関して時期を類別すると6月下旬から8月下旬に至る時期及び2月上旬から3月中旬に至る時期の魚類相の安定期と9月上旬前後, 12月中旬前後及び5月下旬前後の変動期が区別された.

5) 種均衡度, 出現種数, 交代種数の季節変化から考え, 9月上旬前後の種組成の変動は出現種の交代を反映しているというよりは幾つかの種の個体数の増減による種均衡度の変化を反映したものと考えられる。12月中旬前後のそれは出現種数の減少と均衡度の変化によるものと考えられるが, 5月下旬のそれはこのような解析では説明されえなかった.

文 献

1) W. T. Williams 1973 : The analysis of three-dimensional data (sites×species×times) in marine ecology. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **11**, 207-227.

2) 井上尚文 1980 : 油谷湾の海底地形と推積物の粒径分布. 西水研研報, (54), 1-14.

3) 俵 悟・大内 明 1980 : 油谷湾の海況および隣接海域の流況について. 西水研研報, (54), 15-44.

4) Y. Ogawa, T. Nakahara and R. Tanaka 1977 : Hydrographic nature of coastal fishing grounds in the southwestern Japan Sea. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.*, (50), 73-126.

5) 水産庁 1975 : 底生生物. 特定地域 (油谷湾) 漁業振興および環境整備基本計画調査報告書, 72-79.

6) 森 慶一郎 1980 : 油谷湾における浮遊期, 底生生活初期のマダイの生態, 西水研研報, (54), 59-78.

7) 木元新作 1976 : 動物群集研究法 I—多様性と種類組成, 192pp., 共立出版, 東京.

西水研研報　第61号，昭和59年8月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 61, Aug., 1984

油谷湾におけるマダイ稚幼魚と他魚種との間の食物及び生息場をめぐる関係

大　森　迪　夫*,**

Interspecific Relations of Red Sea Bream (*Pagrus major*) to Other Demersal Fishes with Respect to the Habitat and Food Organisms in Yuya Bay

Michio OMORI*,**

Research project on the survival process of red sea bream *Pagrus major* in Yuya Bay, Yamaguchi Prefecture, has been developed by the Shimonoseki Branch of the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory. This report describes the research results on the competitive relations of the red sea bream to other fishes with respect to the habitats and food organisms

1) To make clear the interspecific relation with respect to habitat, catch data gathered experimental beam trawl operations were analysed, as the principal component analysis, using statistical methods.

Through these analyses, it was shown that the cohabitation of the larval or juvenile red sea bream with other species depends not only on the similarity of distributional pattern between species, but also on population size of the cohabiting species. On the other hand, the concentration of the cohabiting species influences the cohabitation only when it is extremely high.

2) The habitat and the food niches were discussed for each species. The species similar to the red sea bream in distributional pattern and the species cohabiting with the red sea bream at high concentration were specified as those similar to the red sea bream in habitat niche. The species similar to the red sea bream in species composition of the stomach contents were also specified as those similar to the red sea bream in food niche. It can be said that those species similar

昭和59年5月9日受理 (Received May 9, 1984)
西海区水産研究所業績第418号 (Contributions from the Seikai Regional Fisheries Reseearch Laboratory, No. 418)
*西海区水産研究所　下関支所　〒750　下関市東大和町2-5-20　(Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Shimonoseki Branch, Higashi yamato machi, Shimonoseki 750, Japan)
**現在：東北大学農学部　〒980　仙台市堤通雨宮町1-1 (Present address: Faculty of Agriculture, Tohoku University, Tsutsumidori-amamiya-cho, Sendai 980, Japan)

to the red sea bream in both food and habitat niche could be competitors for the red sea bream. Such competitors were juvenile of *Silago japonica* and *Chaeturichthys hexanema* (in case of the larval red sea bream) and the juvenile of *Evynnis japonica* (in case of the juvenile red sea bream).

ある魚種の生活の実態を解明してゆく過程で常に問題となるのは捉えられた現象の中にかくされている生物間の相互作用の問題である．西海区水産研究所下関支所においては，1975年以来，マダイ *Pagrus major* 稚幼魚の生態を資源への加入機構との関連で捉えることを目的として，山口県北西部にある油谷湾をモデル水域として調査・研究を行ってきた．それらの研究の中で花渕[1]は油谷湾に出現する魚種の中で分類学上の位置がマダイと最も近いチダイ *Evynnis japonica* 幼魚をマダイ幼魚の競争種と推定し，両者の間の生息場をめぐる相互作用についての解析を行っている．チダイ幼魚をマダイ幼魚の競争者と推定して両者の関係を解析した例は福岡水産試験場の新宮地先についての報告[2]にも見られる．この報告の目的はこれまで客観的に明らかにされてこなかったマダイ稚幼魚の競争種をチダイ以外の魚種をも含めて全体的に解析して明らかにしてゆくことにある．

畑中[3]は種間の相互作用を論ずるにあたって物質とエネルギーが流転する上下の関係での相互作用とそうでない横の関係での相互作用とを区別して扱う必要性を述べている．競争関係というのは種間の横の関係であり，それを明らかにしてゆくには生活資源への要求についての種間の関係を明らかにしてゆく必要がある．

一方，Johnson[4]は生物の生活資源に対する選択に関して選択順位なる概念を提唱し，「物理的・地理的範囲の選択→home range の決定→home range の中の種々の環境の利用の仕方の選択→摂食場での食物の獲得」という選択における階層性について述べ，「この様な選択の階層性を考えれば，生息場所の選択の研究と摂食に関する研究は階層性の違いがあるだけで質的に区別されえない」と述べている．この考え方を基本的に客認する立場に立てば，生息場と食物をめぐる種間の関係を解析するにあたり，まず階層性の1段低い生息場をめぐる種間の関係を解析し，その上でその延長線上にある食物をめぐる関係の解析へ進む必要がある．

ここでは生息場をめぐる解析については統計的方法により解析し，次いで，胃内容物調査の結果に基づいて食物をめぐる関係を解析してゆき，マダイ稚幼魚と他魚種との間の種間関係を総合的に論ずる．

本報告をとりまとめるにあたり，遠洋水産研究所南大洋生物資源研究室長嶋津靖彦博士から統計学的取扱いに関して適切かつ詳細な御批判と教示をたまわった．又，東北大学農学部教授川崎健博士，西海区水産研究所下関支所長花渕信夫氏には御校閲をたまわった．心より御礼を申し上げる．又，本報文の発表の機会を与えて下された西海区水産研究所長佐藤重勝博士に心から感謝する．

資 料 及 び 方 法

生息場をめぐる種間の関係を解析するために用いた資料は1976年5月下旬から9月上旬までの期間の小型機船底びき網による採集魚類の定点別種個体数組成の資料である．この期間は浮遊期のマダイが湾内に来遊してから成長の後に湾外へ逸出するまでの期間に相当する．使用した漁船は総トン数約2トンで，約8mの張竹で網口を拡げる形式の底びき網を用い，10分間で約600mひき網を行った．魚捕部の目合は約22㎜であるが，網目をぬける魚を採集するため網目幅2.25～2.50㎜のカバーネットを取付けた．解析には魚捕部の採集尾数とカバーネットの採集尾数を合わせた値を用いた．解析の対象とした魚種はそれぞれの調査時ごとに個体数の多い順に選んだ15種である．調査定点をFig. 1 に示す．

胃内容物調査は1977年5月下旬，6月上旬，7月上旬，8月上旬，9月上旬の採集物について行い，出現した生物を目あるいは科の分類段階で類別し，個体数組成でもって表わした．

結果及び考察

生息場をめぐる種間の関係は次の4つの要素を考慮に入れて論ずる．第1の要素は分布パターンの種間の類似性であり，これを抽出するために魚種を変量，調査定点をサンプルとして主成分分析を行った．第2の要素は分布の集中度であり，このためには久野[5]の提案した分布集中度指数（$\hat{C}_A$）を用いた．$\hat{C}_A$ 指数は $\hat{C}_A = (s^2-\bar{x})/(\bar{x}^2-s^2/n)$，$s^2$ は分散，$\bar{x}$ は平均値，n はサンプル数，で表わされる．$\hat{C}_A$ が分布の型の如何にかかわらず，又，平均値に影響されない分布集中度の指標であることを久野[5]は証明している．$\hat{C}_A$ の値はランダム分布のときは0，一様分布のときは負，集中分布のときは正の値をとり，集中度が高いほど値は大きくなる．第3の要素は個体群の大きさであり，これは平均漁獲尾数で表わされるとした．第4の要素はマダイとの共ずみの程度である．このためにはまず全定点の平均よりも多くのマダイが採集された定点をマダイの主要生息域とみなし，次にそれらの定点での採集尾数でもって各魚種のマダイとの共ずみの程度を表わした．主成分分析及び平均漁獲尾数の計算はデータを $ln\,(x+1)$ と対数変換した値について行った．

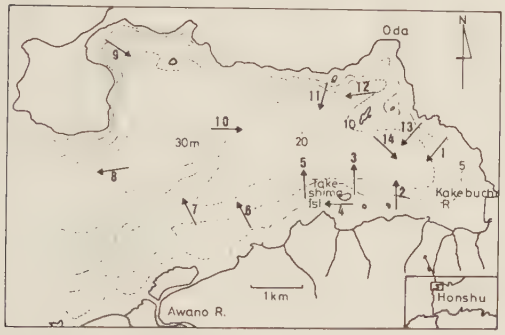


Fig. 1. 調査定点
Location of sampling stations.

魚類の分布は発育段階なり，生活年周期により異なるものと考えられ，発育段階の異なるものは同一種であっても別々に取扱われるべきである．解析の対象となったものの中には，例えばコモチジャコ *Chaeturichthys sciistius*，テンジクダイ *Apogon lineatus* 等の様に，幼魚期のものと成魚期のものという発育段階の異なったものが同時期に漁獲されるものもある．しかし，それらの魚種は個体数で見る限り，その大部分が単一年級で占められるので，発育段階を区別しないで取扱っても結果に大きな影響はないものと思われる．

解析の方法は各採集時とも全く同一であるので，ここでは6月上旬についての解析のみを詳述する．主成分分析は相関係数行列から出発し，各魚種の分散の大きさの違いによる影響を取除いた．主成分分析の結果得られた各主成分の固有値，固有ベクトル，各魚種の因子負荷量，各定点のスコアーを Table 1～4 に示す．

第1主成分はその係数(固有ベクトル)なり，因子負荷量に見られるように，正の方向で大きな値を示すクダヤガラ *Aulichthys japonicus*，ニクハゼ *Chaenogobius heptacanthus*，アミメハギ *Rudarius ercodes*，メバル *Sebastes inermis*，逆に負の方向で大きな値を示すハ

Table 1. 固有値，寄与率，累積寄与率（1976年6月上旬）
Eigenvalue, contribution ratio and cumulative contribution ratio (early June, 1976).

	Eigenvalue	Contribution ratio	Cumulative contribution ratio
Comp. 1 P_1	6.058	0.404	0.404
Comp. 2 P_2	3.410	0.227	0.631
Comp. 3 P_3	2.023	0.135	0.766
Comp. 4 P_4	0.978	0.065	0.831

Table 2. 各主成分の固有ベクトル（1976年6月上旬）
Eigenvector of each principal component (early June, 1976).

Fish name \ Principal component / Eigenvector		P_1	P_2	P_3
Saurida undosquamis	l_1	−0.253	0.007	−0.281
Aulichthys japonicus	l_2	0.340	−0.068	0.257
Trachurus japonicus	l_3	0.142	−0.070	0.445
Apogon lineatus	l_4	−0.252	0.085	0.196
Sillago japonica	l_5	0.226	0.381	0.061
Pagrus major	l_6	0.169	0.380	−0.261
Evynnis japonica	l_7	0.163	0.327	−0.401
Callionymus flagris	l_8	−0.284	0.286	0.084
Chaeturichthys hexanema	l_9	−0.273	0.208	0.190
Chaeturichthys sciistius	l_{10}	−0.242	0.288	0.361
Rhinogobius pflaumi	l_{11}	−0.127	0.401	0.342
Chaenogobius heptacanthus	l_{12}	0.359	0.038	0.227
Rudarius ercodes	l_{13}	0.356	0.198	0.000
Sebastes inermis	l_{14}	0.369	0.018	0.163
Lepidotrigla kishinouyei	l_{15}	0.091	0.414	−0.135

Table 3. 各魚種の因子負荷量（1976年6月上旬）
Factor loading for each component (early June, 1976).

Principal component / Fish name	P_1	P_2	P_3
Saurida undosquamis	−0.623	0.142	−0.400
Aulichthys japonicus	0.837	−0.126	0.365
Trachurus japonicus	0.348	−0.129	0.633
Apogon lineatus	−0.619	0.156	0.279
Sillago japonica	0.556	0.704	0.087
Pagrus major	0.417	0.701	−0.371
Evynnis japonica	0.401	0.604	−0.570
Callionymus flagris	−0.699	0.527	0.119
Chaeturichthys hexanema	−0.671	0.384	0.270
Chaeturichthys sciistius	−0.597	0.532	0.514
Rhinogobius pflaumi	−0.312	0.740	0.486
Chaenogobius heptacanthus	0.885	0.070	0.323
Rudarius ercodes	0.877	0.366	0.000
Sebastes inermis	0.909	0.033	0.232
Lepidotrigla kishinouyei	0.224	0.765	−0.192

タタテヌメリ *Callionymus flagris*，アカハゼ*Chaeturichthys hexanema*，マエソ *Saurida undosquamis*，テンジクダイ，コモチジャコが大きく関係する成分であるといえる．各定点の第1主成分のスコアー（Table 4）を見ると Stn. 3，4で正の大きな値，Stn. 10, 13, 14, 1で負の大きな値が得られている．Fig. 2に示した各魚種の分布を見ると，Stn. 3，4ではニクハゼ，アミメハギ，メバルの採集尾数が多く，ハタタテヌメリ，アカハゼ，マエソ，テンジクダイのそれは低い．又，これとは逆のことが Stn. 10, 13, 14, 1についていえる．これらのことから，第1主成分は生息密度が相対的に Stn. 3，4で高く Stn. 10, 13,

Table 4. 各定点のスコアー（1976年6月上旬）
Component score of each station (early June, 1976).

Station no. \ Principal component	P_1	P_2	P_3
1	−0.791	−0.006	0.517
2	−0.154	−1.580	−0.164
3	1.343	−0.303	2.047
4	2.488	−0.298	0.003
5	−0.111	1.999	−0.581
6	0.076	−0.415	−1.469
7	0.295	−0.588	−1.958
8	−0.405	−1.665	0.391
9	0.814	1.155	−0.421
10	−1.160	−0.378	−0.048
11	−0.188	1.023	0.932
12	−0.207	0.657	−0.476
13	−0.981	0.196	0.657
14	−1.019	0.202	0.571

Fig. 2. 1976年6月上旬における各魚種の分布
Distribution of each species in early June, 1976.

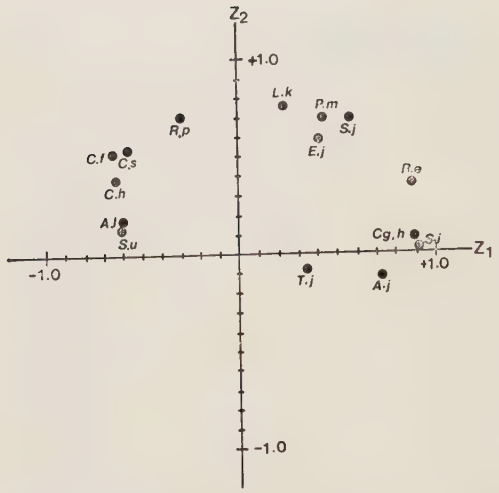


Fig. 3. 1976年6月上旬における各魚種の因子負荷量
C. f: ハタタテヌメリ, *C. s:* コモチジャコ, *R. p:* スジハゼ, *C. h:* アカハゼ, *A. j:* テンジクダイ *S. u:* マエソ, *L. k:* オニカナガシラ, *P. m:* マダイ, *E. j:* チダイ, *R. e:* アミメハギ, *T. j:* マアジ, *Cg. h:* ニクハゼ, *S. i:* メバル, *A. j:* クダヤガラ
Factor loading for each species in early June, 1976. *C. f: Callionymus flagris, C. s:Chaeturichtys sciistius, R. p: Rhinogobius pflauni, C. h: Chaeturichthys hexanema, A. j: Apogon lineatus, S. u: Saurida undosquamis, L. k: Lepidotrigla kishinouyei, P. m: Pagrut major, E. j: Evynnis japonica, R. e: Rudarius ercodcs, T. j: Trachurus japonicus, Cg. h: Chaenogobius heptacanthus, S. i: Sebastes inermis, A. j: Aulichthys japonicus.*

14, 1で低いという傾向を主に表すものと考えられる.

同様にして, 第2主成分は生息密度が相対的に Stn. 5, 9, 11, 12で高く, Stn. 2, 8で低いという傾向を主に表わし, 第3主成分は生息密度が相対的に Stn. 3, 11で高く, Stn. 6, 7で低いという傾向を主に表わすものと考えられる.

次にこの様な結果にもとづき, 各主成分の持つ生物学的な意味の解釈を行う必要があるが, その解釈は難かしく, 現在のところ完全な解釈はできていない. しかし, 本報告でのこの分析の主たる目的は地点間を通した各魚種の分布特性の類別化にあり, その場合, 各主成分の持つ生物学的な意味の解釈が不充分であってもその目的は達成されうる. ここでは, 各変量と主成

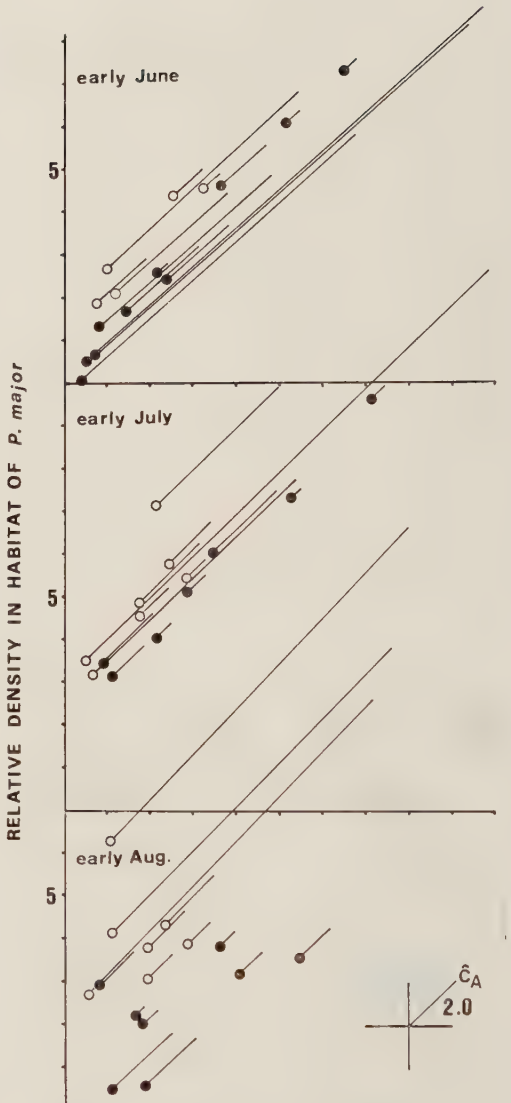


Fig. 4. マダイの主要生息域内における生息密度と湾内での生息密度, 分布集中度の関係. 密度は対数メモリで示してある. 白丸及び黒丸はそれぞれマダイとの分布パターンの類似度が高い魚種と低い魚種を表わす.
Three-dimention relationships of relative density in main habitat of *P. major* to the factors of relative population density and coefficient of agregation ($\hat{C}_A$), with discrimination of similarity in distribution pattern for *P. major*. Density is put in logarithmic scale. Open circle and closed circle denote high similarity and low similarity in distribution pattern for *P. major* respectively.

Fig. 5. 分布パターンのマダイとの類似度及びマダイの主要生息域内での生息密度が高いか否かの季節変化．═══：分布パターンがマダイと類似，……：類似しない．●：マダイの主要生息域内での生息密度が高い，▲：固体数が少なく解析の対象から外した．
Seasonal change in similarity index for *P. major* in distribution pattern, with discrimination of densely populated species within main habitat of *P. major*. ═══: similar, ……: dissimilar
●: densely populated within main habitat of *P. major*, ▲: not dealt with because of small abundance.

分の相関係数である因子負荷量を用いて，各変量が各主成分にどのような重みで寄与しているかによって，別の言葉でいえば，各魚種の分布特性がそれぞれの主成分によりどの位ずつ説明されるかによって各魚種の分布パターン，特にマダイ稚幼魚との分析パターンの類似性を解析する．

解析のため取り上げるべき主成分の数を判断する基準として奥野・他[6]は，1）累積寄与率が60ないし80％を越えること，2)固有地が1を越える主成分までとすることの2つをあげている．6月上旬の場合第3主成分までとればこの条件を満していることがわかる．しかし，この分析の主たる目的であるマダイ稚幼魚と他の魚種の間の分布パターンの類似性の類別には第3主成分まで取り上げても，第2主成分までであってもその結論には殆ど変化がなかった．そこで，ここでは第2主成分までを用いて解析を進める（Fig. 3）．マダイとの関係を重視する立場に立って，各魚種をマダイ稚幼魚と 1)分布パターンの似た魚種，2)似ていない魚種に類別する．1)の魚種にはマダイ，キス，オニカナガシラ *Lepidotrigra kishinouyei*，チダイ，2)の魚種にはアミメハギ，マアジ *Trachurus japonicus*，ニクハゼ，メバル，クダヤガラ，スジハゼ *Rhinogobius pflaumi*，ハタタテヌメリ，コモチジャコ，アカハゼがそれぞれ類別される．

マダイ稚幼魚との共ずみの程度はこの分布パターンの類似性とそれぞれの魚種の分布集中度及び個体群の大きさにより決まってくるものと考えられるので，マダイ稚幼魚との共ずみの程度を他の3つの要素との関連で考察する（Fig. 4）．共ずみの程度（y 軸）と個体群の大きさ（x 軸）の関係を分布パターンの類似性（● ○印）と分布集中度（斜の線の長さ）を考慮に入れながら考察する．6月上旬，7月上旬では，個体群の大きさが大きいほどマダイ稚幼魚との共ずみの程度が大きくなる傾向が見られる．分布パターンがマダイ稚幼魚と類似する魚種と類似しない魚種はそれぞれ別の線上に並び，同じ個体群の大きさでは前者の方が後者よりもマダイ稚幼魚との共ずみの程度は高い．一方，8月上旬では，個体群の大きさが大きくなるほどマダイ稚幼魚との共ずみの程度が高くなるという傾向は不明確であるが，6月上旬，7月上旬と同様に，同じ個体群の大きさでは分布パターンがマダイ稚幼魚と類似するものは類似しないものよりもマダイ稚幼魚との共ずみの程度が高い．この様に，マダイ稚幼魚との共ずみの程度は主に個体群の大きさと分布パターンのマダイ稚幼魚との類似度により規定されていることがわかる．分布集中度のマダイ稚幼魚との共ずみの程度への影響は8月上旬に比較的明瞭に見出される．個体群の大きさが同じ位の魚種の間でマダイ稚幼魚との共ずみの程度を比較した場合，マダイ稚幼魚と分布パターンが類似している魚種では，分布集中度が極端に大きな値を示す魚種はそうでない魚種よりもマダイ稚幼魚との共ずみの程度が高く，マダイ稚幼魚と分布パターンが類似しない魚種では，集中度が大きいものほど逆にマダイ稚幼魚との共ずみの程度が低い傾向がみられ

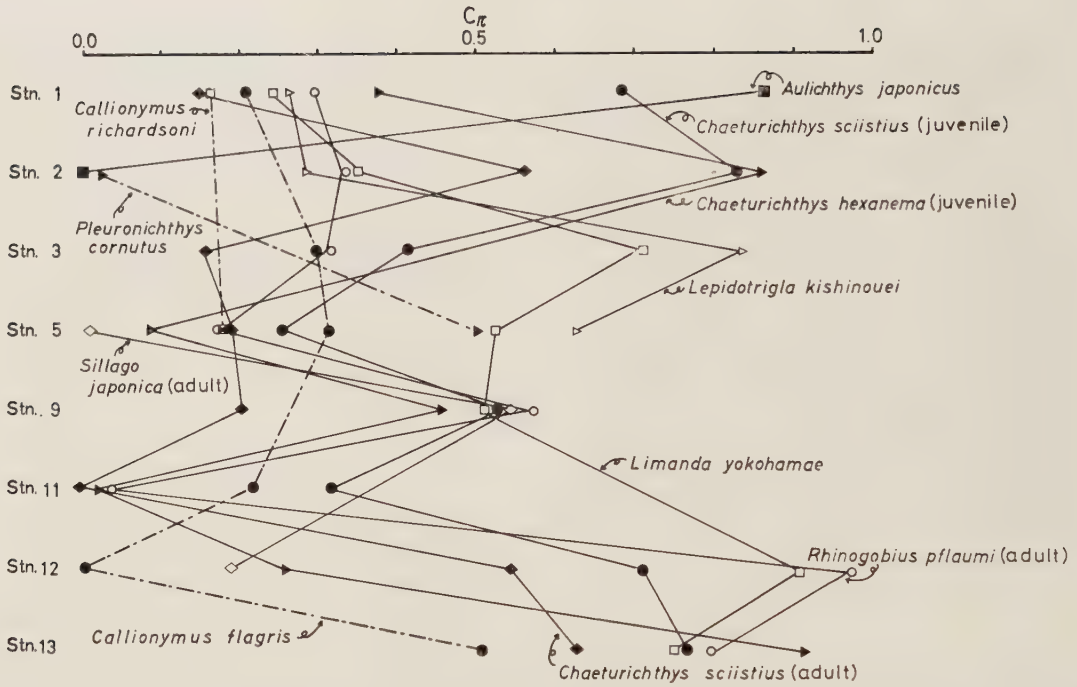


Fig. 6. 胃内容物組成のマダイとの類似度の場所による変化
Comparison of similarity index for *P. major* in food composition among sites.

る．この傾向は6月上旬，7月上旬にも見られるが，それはあまり明確ではない．結局，分布集中度のマダイ稚幼魚との共ずみの程度に対する影響はそれが極端に大きな値を示すときにのみ顕在化する程度のものと考えられる．このように，マダイ稚幼魚との共ずみの程度はマダイ稚幼魚との分布パターンの類似性以外に，主にその魚種の個体群の大きさによって影響を受けることがわかった．分布パターンがマダイ稚幼魚と似ている魚種（以下 “Type A の魚種” という）は生息場の環境の要求がマダイ稚幼魚と似ていると考えられる．これらの魚種はマダイの生活に大きな影響を与える可能性があると考えられる．一方，分布パターンがマダイ稚幼魚と似ておらず，環境要求がマダイ稚幼魚と似ていないと考えられる魚種であっても，その個体群の大きさが大きく，マダイ稚幼魚との共ずみの程度が高い魚種（以下 “Type B の魚種” という）もマダイ稚幼魚の生活に大きな影響を与える可能性があると考えられる．ここではマダイ稚幼魚の主要生息域内でマダイ稚幼魚よりも多く採集され，その1ひき網当り採集尾数が2桁以上の魚種をマダイ稚幼魚との共ずみの程度の高い魚種として扱う．マダイ稚幼魚との分布パターンの類似性とマダイ稚幼魚との共ずみの程度の高低についての各時期ごとの解析結果を Fig. 5 に示す．Type A の魚種はチダイ，アミメハギと5月下旬から6月上旬に至る期間のキス，オニカナガシラ，メイタガレイ，6月下旬から7月下旬の期間のウマヅラハギ *Navodon modestus*，7月下旬以後のニクハゼ，ゴンズイ *Plotosus anguillaris*，ヒメジ *Upeneus bensasi*，7月上旬のハオコゼ *Hypodytes rubripinnis*，メバル，8月上旬のクダヤガラ，9月上旬のカワハギ *Stephanus japonicus*，コモンフグ *Fugu poecilonotum*，アイゴ *Siganus fuscescens* があげられる．一方，Type B の魚種としては 6月下旬から 8月上旬までの期間のテンジクダイ，5月下旬から7月下旬に至る期間のスジハゼ，コモチジャコ，5月下旬から 6月上旬に至る期間のアカハゼがあげられる．特にスジハゼ，コモチジャコの両種は生息密度が極めて高く，マダイ稚幼魚との共ずみの程度が極めて高い．

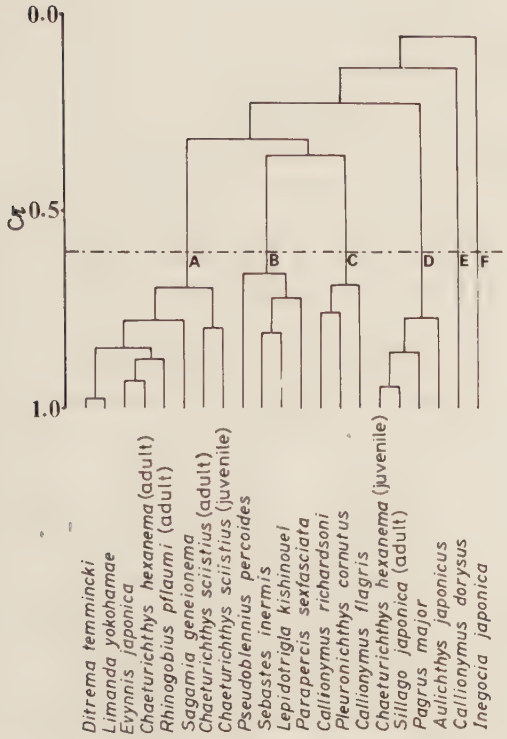


Fig. 7. 食物組成による魚種の類別のための樹状図（1977年6月上旬）
Dendrogram for classification of food composition (early June, 1977).

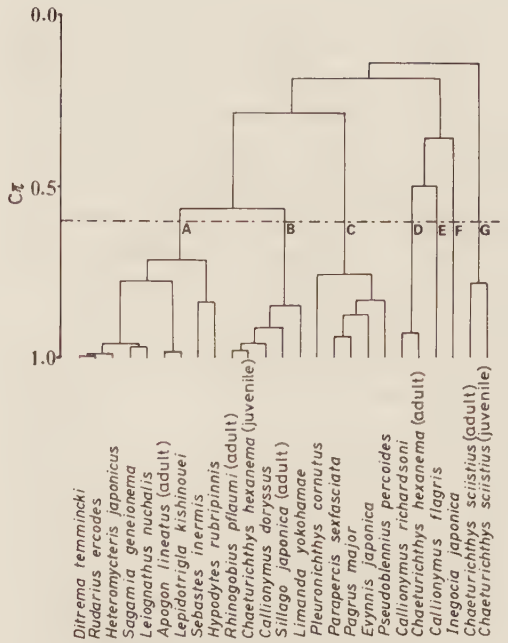


Fig. 8. 食物組成による魚種の類別のための樹状図（1977年7月上旬）
Dendrogram for classification of food composition (early July, 1977).

マダイ稚幼魚の胃内容物組成と他魚種のそれの類似度を木元[7]の C_π 指数で表わし，その定点間の変化をFig. 6に示す．各魚種のマダイ稚幼魚との胃内容物組成の類似度は定点間で大きく変化し，又，類似度の魚種間の順位も大きく入れ替わる．Lowler[8]は食物等の生活資源の利用の仕方を種間で比較する場合，真に意味があるのは選択性であり，その生活資源をどの位の割合ずつ利用したかという組成ではないと主張した．そして，幾つかの選択性を仮定し，環境における生活資源の組成が変ると種間の組成の類似性がいかに大きく変るかを示した．ここで得られた結果は，Lowler の主張を裏づけるものと考えられる．しかし，この報告では，環境における食物生物の組成が明らかにされていないので，種ごとの選択性を比較することはできない．そこで，ここでは選択性そのものを問題とするのではなく，幾つかの食物環境の異なった海域を含む油谷湾全体の食物生物を各魚種がどの様に分け合って利用しているかという観点から食物をめぐる種間の関係を解析してゆく．すなわち，各定点における胃内容物組成をそれぞれの定点での採集尾数で重みづけをし，湾全体としての胃内容物組成を求め，その種間の比較を行うこととする．

1977年6月上旬の各魚種を胃内容物組成の類似度で類別するための群平均法で求めた樹状図を Fig. 7に示す．この時期のマダイの平均全長は約25㎜であり，全長10㎜までの後期仔魚期[8]をすぎて稚魚期の発育段階にある．又，成長に伴う遊泳層の変化[8]，食性の変化[9]から考え，底生生活への移行期にあるものと考えられる．マダイ稚魚はアカハゼ幼魚，キス幼魚，クダヤガラと共にD群に類別され，橈脚類を主な食物としている．この時期に Type A の魚種としてあげられたのはキス，チダイ，アミメハギ，オニカナガシラ，メイタガレイであるが，キス幼魚以外は他の食性群に類別され，胃内容物組成がマダイ稚魚と異なっている．Type B の魚種はアカハゼ，スジハゼ，コモチ

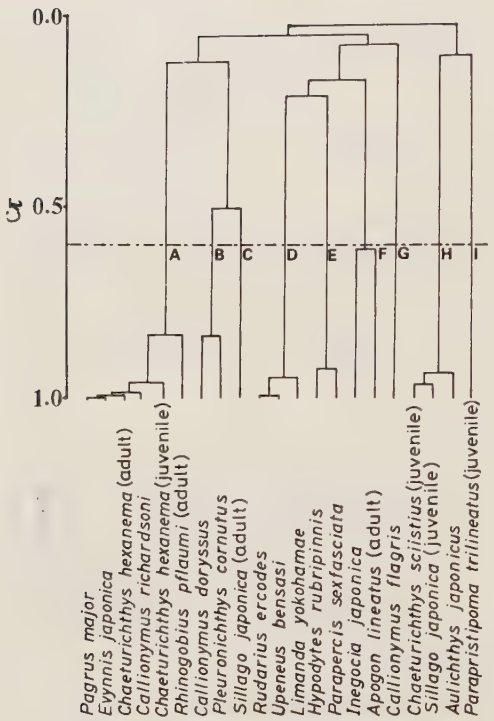


Fig. 9. 食物組成による魚種の類別のための樹状図（1977年8月上旬）
Dendrogram for classification fo food composition (early Aug, 1977).

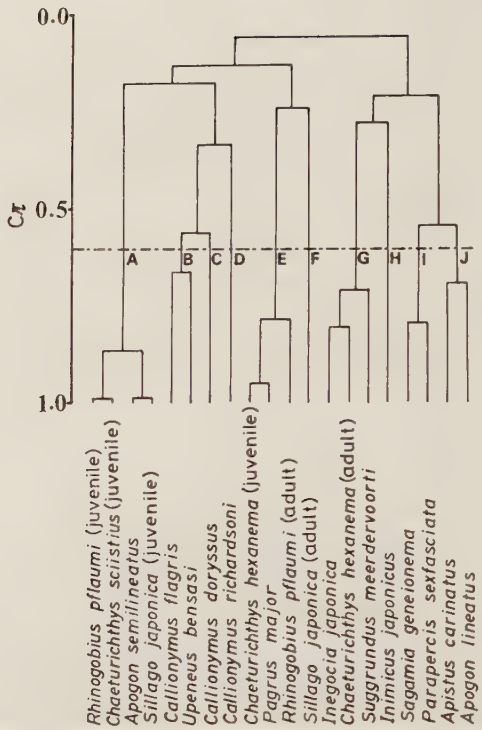


Fig. 10. 食物組成による魚種の類別のための樹状図（1977年9月上旬）
Dendrogram for classification of food composition (early Sept, 1977).

ジャコであるが，アカハゼ幼魚以外は他の食性群に類別される．

7月上旬のマダイは平均全長45mmで，鰭の形成過程[10]及び成長に伴う食性の変化[9]から考え，既に底生生活に完全に移行し，幼魚期の段階にあるものと考えられる．7月上旬にマダイ幼魚と類似した胃内容物組成を示すのはメイタガレイ，アナハゼ *Pseudoblennius percodes*，チダイ，クラカケトラギス *Parapersis sexfaciata* であり(Fig. 8)，ワレカラ類を多食して，C群に類別される．これらの魚種のうちチダイ以外の魚種は採集尾数が少なく，生息場をめぐる関係の対象から除外された魚種である．この時期に Type Aの魚種としてあげられたのはチダイ，アミメハギ，ウマヅラハギ，ハオコゼ，メバル，ニクハゼであふ．ウマヅラハギの胃内容物調査は行わなかったが，アミメハギ，ハオコゼ，メバルはヨコエビ類を多食している A 群に類別されマダイ幼魚とは胃内容物組成が異なる．ニクハゼの胃内容物調査は行わなかったが一般にプランクトン食者として知られている． Type Bの魚種はテンジクダイ，スジハゼ，コモチジャコであるが，これらの魚種はマダイ幼魚とは別の食性群に属す．

8月上旬のマダイ幼魚は平均全長約80mmである．この時期に マダイ幼魚と 類似した 胃内容物組成を 示すのは スジハゼ成魚， アカハゼ幼・成魚， ネズミゴチ *Callionymus richardsoni*，チダイであり(Fig. 9)，ドロクダムシ科のヨコエビを多食している．この時期の Type A の魚種はチダイ，アミメハギ，ニクハゼ，ゴンズイ，ヒメジ，クダヤガラである．これらの魚種のうちチダイはマダイ幼魚と胃内容物組成が類似する．ニクハゼは前述のようにプランクトン食者と考えられる．ゴンズイ，ヒメジ，アミメハギ，クダヤガラはマダイ幼魚とは別の食性群に類別される． Type Bのテンジクダイはアミ類を多食し，マダイ幼魚とは胃内容物組成が異なる．一方，マダイ幼魚と胃内容物組成の

類似するアカハゼ，スジハゼはこの時期にはマダイ幼魚と分布パターンは類似せず，共ずみ個体数も少ない．

9月上旬になるとマダイの平均全長は100㎜以上に達し，この頃から湾外への逸散を開始する．マダイ幼魚と胃内容物組成が類似するのはスジハゼ成魚，アカハゼ幼魚であり(Fig. 10)，8月上旬と同様ドロクダムシ科のヨコエビを多食している．この時期に Type A の魚種としてあげられたのはキス，チダイ，アミメハギ，ニクハゼ，ゴンズイ，ヒメジ，カワハギ，コモンフグ，アイゴである．カワハギ，コモンフグ，アイゴの胃内容物調査は行われなかったが，他の魚種は全てマダイ幼魚とは別の食性群に属す．又，Type Bの魚種はいなかった．

種間の競争の問題を考える際ニッチの概念を用いることは有用である．ニッチの次元としてどの様なものをとれば良いかということについて PIANKA[11] は場所，食物，時間の3つの次元をとれば充分であると述べている．ここでは“1日の中の時間”という単位での時間の次元は考慮に入れられておらず，場所と食物の次元を取扱ったことになる．ニッチの重複が必ずしも競争の存在を示すとは限らないが[11]，少なくともその可能性は充分にあるといえる．すなわち，共ずみの個体数の多さで表わされる場所のニッチの重複と胃内容物組成から見た食物ニッチの重複の両方が見られる場合はそれらの魚種間に競争関係が存在することが充分考えられる．これまで述べてきたことから，油谷湾においてマダイと場所及び食物のニッチの両者が重複し，マダイの競争種である可能性のある魚種としては，稚魚期にはキス幼魚とアカハゼ幼魚，幼魚期にはチダイを考えることができる．

九州西岸のマダイ幼魚の生育場には多くの場合近縁種のチダイが同時に生息している[12]．チダイはマダイよりも半年早く生まれ，油谷湾では秋に稚仔魚が採集される．しかし，チダイは翌年の春に生まれるマダイに比較して成長が遅く，8月頃にはマダイはチダイと同じ位の大きさになる．チダイ幼魚とマダイ幼魚の競争関係は生息場をめぐる排他的相互作用として花渕[1]及び福岡県水産試験場[2]により，報告されておるが，マダイ幼魚とチダイ幼魚の場所及び食物ニッチが重複するという今回の解析結果と合わせて考えると両者が排他的競争関係にあることは間違いないものといえる．しかし，稚魚期のマダイがキス幼魚，アカハゼ幼魚と真に競争関係にあるか否かについては確かでない．Type B の魚種のうち6月上旬のアカハゼ幼魚以外の魚種の胃内容物組成がマダイ幼魚と類似しないのは当然のことと考えられる．それは，たとえ食物選択性が全く同じであったとしても食物環境の異なる海域にそれぞれの主要生息域を有すれば，湾全体として見た場合には胃内容物組成が異ってくると考えられるからである．これらの点から考えて，6月上旬のアカハゼ幼魚の胃内容物組成がマダイ稚魚と類似しているという結果を得たのは，橈脚類という上位の分類段階で食物をまとめたということに起因するみせかけだけのものにすぎないのかもしれない．

又，これまで述べてきたような自然における各魚種の分布や胃内容物組成には，それ自体に種間の相互作用の結果が内包されていることは言をまたない．HATCHINSON[13] の提唱した“基本ニッチ”と“実現ニッチ”という言葉を用いれば，それは，“実現ニッチ”についての解析が行われたにすぎないことになる．最適条件のセットである“基本ニッチ”を知ることが不可能に近いことを考えれば，我々はマダイ幼魚とチダイ幼魚の間に見られた相互作用の様な具体的例を見出す努力をするか，今回の調査で行われなかった食物環境の調査の充実により，マダイと他魚種の間の選択性の比較を様々な生物的，非生物的環境条件下で行い，その総合的解析により明らかにしてゆくしかない．

要　約

油谷湾に生息するマダイ稚幼魚と他魚種の間の生息場及び食物をめぐる関係を解析し，以下の結果を得た．

1) 生息場をめぐる関係を明らかにするために，主成分分析を含む統計的手法により小型機船底びき網による湾内14定点での底魚の採集尾数の解析を行った．

それらの解析により，マダイ稚幼魚との共ずみの程度は主にそれぞれの魚種の個体群の大きさとマダイ稚

幼魚との分布パターンの類似性により影響を受けることがわかった．すなわち，個体群の大きさが大きいほどマダイ稚幼魚との共ずみの程度が高く，分布パターンがマダイ稚幼魚と類似している魚種は類似していない魚種よりも共ずみの程度が高い．分布集中度はそれが極端に大きな値を示す場合にのみマダイ稚幼魚との共ずみの程度に影響を与え，分布パターンがマダイ稚幼魚と類似している魚種では共ずみの程度を高くし，類似していない魚種ではそれを低くする．

2) 分布パターンがマダイ稚幼魚と類似している魚種及び分布パターンは類似していないが，個体群の大きさが大きいためにマダイ稚幼魚との共ずみの程度の高い魚種をマダイ稚幼魚の生活に大きな影響を与える可能性のある魚種と考え，それらの魚種を明らかにした．一方，胃内容物組成の魚種間の類似度を調べ，マダイ稚幼魚と類似した胃内容物組成を示す魚種を明らかにした．この様な生息場のニッチと食物ニッチの両方がマダイ稚幼魚と重なり合う魚種がマダイ稚幼魚と競争関係にある可能性が高い魚種と考えると，それらの魚種は稚魚期のマダイに対してはキス幼魚とアカハゼ幼魚，幼魚期のマダイに対してはチダイ幼魚があげられる．

文 献

1) 花渕信夫 1980：油谷湾におけるマダイ幼魚の分布．西水研研報，(54)，79-92.

2) 福岡県福岡水産試験場 1979：マダイ幼稚仔の大規模増養殖場開発事業調査 昭和54年度実績報告書，23pp.

3) 畑中正吉 1966：海産魚類における相互作用．文部省特定研究「生物群集における相互作用」報告書，202-239.

4) D. H. Johnson 1980：The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, **61**(1), 65-71.

5) 久野英二 1968：水田におけるウンカ・ヨコバイ類個体群の動態に関する研究．九州農試彙報，**14**(2)，131-246.

6) 奥野忠一・久米 均・芳賀敏郎・吉沢 正 1979：多変量解析法，430pp.，日科技連出版社，東京.

7) S. Kimoto 1967：Some quantitative analysis on the Chrysomelid fauna of the Ryukyu Archipelago. *Esakia*. **6**, 27-54.

8) 森 慶一郎 1980：油谷湾における浮遊期，底生生活初期のマダイの生態．西水研研報，(54)，59-78.

9) 大森迪夫 1980：油谷湾におけるマダイ当歳魚の食性．西水研研報，(54)，93-110.

10) 福原 修 1976：マダイ稚仔魚の形態学的研究—I．鰭の形成について．南西水研研報，(9)，1—11.

11) E. R. Pianka 1978：Evolutionary Ecology, 397 pp., Harper & Row., New Yowk.

12) 花渕信夫 1981：底生生活初期における資源培養に関する諸問題．マダイの資源培養に関する検討会報告書，15-24，九州水産振興開発協議会.

13) G. E. Hatchinson 1957：Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, **22**, 415-427.

非　売　品

昭和59年８月25日　印刷
昭和59年８月30日　発行

水産庁西海区水産研究所
〒850　長崎市国分町49

印刷人　松　尾　隆一郎
印刷所　株式会社　隆　文　社
佐世保市瀬戸越町 260
電　話　㊾　３３０６

491

CONTENTS

(In Japanese with English abstracts)

Shin-ichi MIO, Masaru TAGAWA, Fumiko SHINOHARA and Umeyoshi YAMADA
Ecological Study on the Demersal Fish Associations in the East China Sea and the Yellow Sea, with Reference to Food Relationships····· 1

Etsuji KOZASA
Distribution of Chlorophyll in the East China Sea-II. Characteristics Measured with a Satellite LANDSAT 3 in May 1982 ·····223

Michio OMORI
Temporal and Spatial Changes of Demersal Fish Fauna in Yuya Bay·····235

Michio OMORI
Interspecific Relations of Red Sea Bream (*Pagrus major*) to Other Demersal Fishes with Respect to the Habitat and Food Organisms in Yuya Bay·····245

SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
49 KOKUBU-CHO, NAGASAKI 850
JAPAN